

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела геологии и геотехнологии
институт

Горные машины и комплексы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.В. Гилёв
подпись инициалы, фамилия
« ___ » июня 2016г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

151000.62 – Metallургические машины и оборудование
код – наименование направления

Повышение эффективности работы металлургического оборудования на
примере ОАО «Русал Саяногорск»
тема

Руководитель _____ ст.препод.канд.техн.наук И.С. Плотников
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ И.И. Демко
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела геологии и геотехнологии
институт

Горные машины и комплексы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А.В. Гилёв

подпись инициалы, фамилия

« ___ » июня 2016г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студенту Демко Иван Иванович

фамилия, имя, отчество

Группа ММ 12 – 16 Направление (специальность) 151000.62

номер

код

Металлургические машины и оборудования

наименование

Тема выпускной квалификационной работы Повышение эффективности работы металлургического оборудования на примере ОАО «Русал Саяногорск»

Утверждена приказом по университету № 8339/с от 16.06.2016

Руководитель ВКР И.С. Плотников ст.преподаватель, канд.техн.наук
ФГАОУ ВО «СФУ» ИГДГиГ, каф. ГМиК

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР Производительность электролизера, срок службы электролизной ванны, стоимость ремонтных работ, стоимость основных материалов.

Перечень разделов ВКР 1 Технологический процесс производства алюминия; 2 Механическое оборудования металлургического производства; 3 Эксплуатация и ремонт ;4 Специальная часть

Перечень графического материала Технологический процесс; Оборудование для электролиза; Актуальность; Причины возникновения неисправностей; Основные неисправности; Пути устранения неисправностей, Экономическая выгода, Выводы

Руководитель ВКР

подпись

И.С. Плотников

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

подпись,

И.И. Демко

инициалы и фамилия студента

« ____ » _____ 20__ г.

Содержание

Введение.....	6
1 Технологический процесс производства алюминия	8
1.1 Получение глинозема	10
1.3 Производство криолита, фтористых солей и угольных изделий.....	10
1.4 Получение алюминия электролитическим путем.....	13
2 Механическое оборудование металлургического производства	18
2.1 Отключение электролизера на капитальный ремонт	18
2.2 Основное оборудование цеха капитального ремонта электролизеров ..	19
3 Эксплуатация и ремонт.....	21
3.1 Определение количества технологических обслуживаний и ремонтов	23
3.2 Организация ремонтных работ	31
3.3 Расчёт численности ремонтного персонала	35
3.4 Расчет станочного оборудования	38
3.5 Проектирование ремонтной базы.....	38
3.6 Выбор схемы ремонтной базы.....	40
3.7 Управление механической службой предприятия	44
4 Специальная часть	46
4.1 Образование ламеллярных соединений, основные свойства ламеллярных соединений графита.	46
4.2 Разрушение подин.....	50
4.3 Растрескивание подин	52
4.4 Разрушение бортовой футеровки	53
4.5 Разрушение катодного кожуха	55
4.6 Нарушения в работе анодов и меры по их предотвращению и ликвидации	56
4.7 Нарушения технологии и меры по их устранению	60
4.8 Экономическая выгода	64
5 Безопасность жизнедеятельности.....	72

5.1 Общие правила техники безопасности при капитальном ремонте электролизеров	75
5.2 Основные правила безопасности при работе в электролизном корпусе	76
5.3 Правила безопасности труда при производстве специальных монтажных работ	77
5.4 Правила техники безопасности при электросварочных и газосварочных работах	80
5.5 Правила безопасности труда при монтаже и демонтаже анодного и катодного устройства.....	81
Заключение	82
Список литературы	83

Введение

Алюминий на сегодняшний день выступает одним из самых распространенных металлов применяется в машиностроение, ракетостроение, радиоэлектроника, в производстве и упаковки для пищевых продуктов. Основные достоинства алюминия в этом качестве — лёгкость, податливость штамповке, коррозионная, высокая теплопроводность, неядовитость его соединений. В частности, эти свойства сделали алюминий чрезвычайно популярным при производстве кухонной посуды, алюминиевой фольги в пищевой промышленности и для упаковки.

Основной недостаток алюминия как конструкционного материала — малая прочность, поэтому его обычно сплавляют с небольшим количеством меди и магния (сплав называется дюралюминий).

Алюминий достаточно чувствителен к воздействию кислорода, но в то же время он очень устойчив к воздействию окружающей среды и практически не окисляется. Точнее, процесс окисления в данном случае проявляется в образовании на поверхности металла тончайшего слоя окисла, который препятствует его дальнейшему.

Саянский алюминиевый завод (СаАЗ) является одним из самых “молодых” российских предприятий цветной металлургии его годовой выпуск алюминия составляет 532 тыс.т.в год. Основной деятельностью завода является производство алюминия-сырца, товарного алюминия, алюминиевых сплавов и обожженных анодов. На заводе расположено 8 электролизных цехов, большое внимание уделяется системе газоочистки.

Завод работает по принципу обожженных анодов. Строительство завода началось в 1975 году, а первые объекты основного производства были введены в эксплуатацию в 1985 году. Проектом Саянского алюминиевого завода предусмотрены две очереди производства. В настоящее время развернуты основные мощности первой очереди предприятия, которые позволяют выпускать 380 тыс. тонн алюминия в год. На полную мощность задействованы первые восемь корпусов электролиза и 2 из 3 печей обжига анодов. На долю СаАЗа приходится около 11% от общего объема производства первичного алюминия и около 1.5% мирового выпуска этого металла. По объему производства предприятие занимает третье место в России после Братского алюминиевого завода и Красноярского алюминиевого завода. При этом после ввода в действие второй очереди завод сможет выйти на второе место в России по производству алюминия.

СаАЗ входит в состав промышленной группы “Сибирский алюминий”, участниками которой также являются Самарский металлургический завод (СМЗ), завод “Саянская фольга”, “Ростар-Холдинг” и завод “Абаканвагонмаш”.

Производительность предприятия на прямую зависит от технического состояния рабочих машин и механизмов, их бесперебойной работы и точности.

Поэтому для достижения высоких темпов роста производительности труда проводится работа по совершенствованию организации ремонта промышленного оборудования, внедрению в ремонтную практику прогрессивной технологии выполнения ремонтных работ.

В связи с быстрым развитием техники установленных и находящихся уже в работе машин еще до физического износа наступает «моральный износ», т.е. их технические характеристики перестают соответствовать уровню развития производства. Важной задачей ремонтников является совершенствование таких машин в процессе ремонта с приближением их характеристик к данным современных машин того же назначения.

Современное технологическое оборудование представляет собой сложный комплекс механизмов и аппаратов. В промышленности появляется все больше поточных и автоматических линий, для успешного функционирования которых необходима безотказная работа каждого входящего в них агрегата. Важное значение имеет также снижение стоимости ремонта и сокращение его сроков.

Цель специальной части дипломной работы - повышение эффективности эксплуатации и ремонта электролизного оборудования. В соответствии с намеченной целью были поставлены следующие задачи:

1. Выявить недостатки конструкции электролизеров;
2. Выявить причины этих недостатков;
3. Собрать и проанализировать информацию о цехе капитального ремонта электролизеров
4. Разработать капитальный ремонт электролизной ванны.

Для достижения поставленной цели была изучена методическая литература, статьи, справочная литература и учебные пособия.

1 Технологический процесс производства алюминия

На сегодняшний день Саяногорский Алюминиевый Завод единственный в России, работающий по технологии электролиза с обожженными анодами. Все электролизные корпуса предприятия оборудованы современными установками «сухой» газоочистки. В качестве сорбента для газоочистного оборудования используется глинозем. Весь уловленный фтор с глиноземом возвращается обратно в производство.

Процесс электролиза контролируется и управляется автоматизированными системами АСУТП. Электролизеры оборудованы автоматизированными системами питания глиноземом (АПП).

Производственное водоснабжение предприятия осуществляется по бессточной схеме. Замкнутый водооборот, системы канализации и шламоудаления исключают сброс стоков в водоемы. Свежая вода потребляется только для восполнения безвозвратных потерь. В целях сокращения ее потребления предусмотрено использование осветленных дождевых стоков. В 2002г введен в эксплуатацию полигон для складирования твердых бытовых и нетоксичных промышленных отходов.

Электролизное производство включает 8 корпусов электролиза, опытнопромышленный корпус. Корпуса 5-6 выделены в отдельную бизнес - единицу проект «Система управления ЭП». В корпусах стоят электролизеры с предварительно обожженными анодами и системами «сухой» очистки отходящих газов. Исходным сырьем для получения алюминия служат; глинозем, фтористые соли (криолит и фтористый алюминий) и обожженные аноды.

Производство электродов спроектировано и построено на основе современных технических решений иностранных фирм. В качестве сырья для производств обожженных анодов применяют прокаленный нефтяной кокс, каменноугольные пек; а также возвраты производства (аспирационная пыль, огарки анодов, обожженный и «зеленый» бой).

В настоящее время в производстве работают электрические миксеры емкостью 5, 30 и 60 тонн, четыре установки полунепрерывного литья типа ИНГ 60/7,5, печи гомогенизации типа СДО. конвейеры для разлива металла в мелкую чушку, четыре индукционные тигельные печи типа ИАТ-6М2, пилы для резки слитков, печь переплава. В литейном производстве выделена отдельная бизнес - единица проект «Система управления ЛП».

Объектами вспомогательного назначения являются подразделения, осуществляющие ремонт и обслуживание оборудования основных

производств, энергетического оборудования, а также подрядные организации, работающие на промплощадке завода. Электроэнергией завод обеспечивает Саяно-Шушенская ГЭС, расположенная в 58 км, от промплощадки.

Принципиальная технологическая схема производства алюминия электролитическим способом представлена на рисунке 1.1

Технология получения металлического алюминия сложна и включает по существу четыре отдельных производства.

- производство глинозема
- производства криолита и фтористых солей
- производство угольных изделий
- производство электролитического алюминия

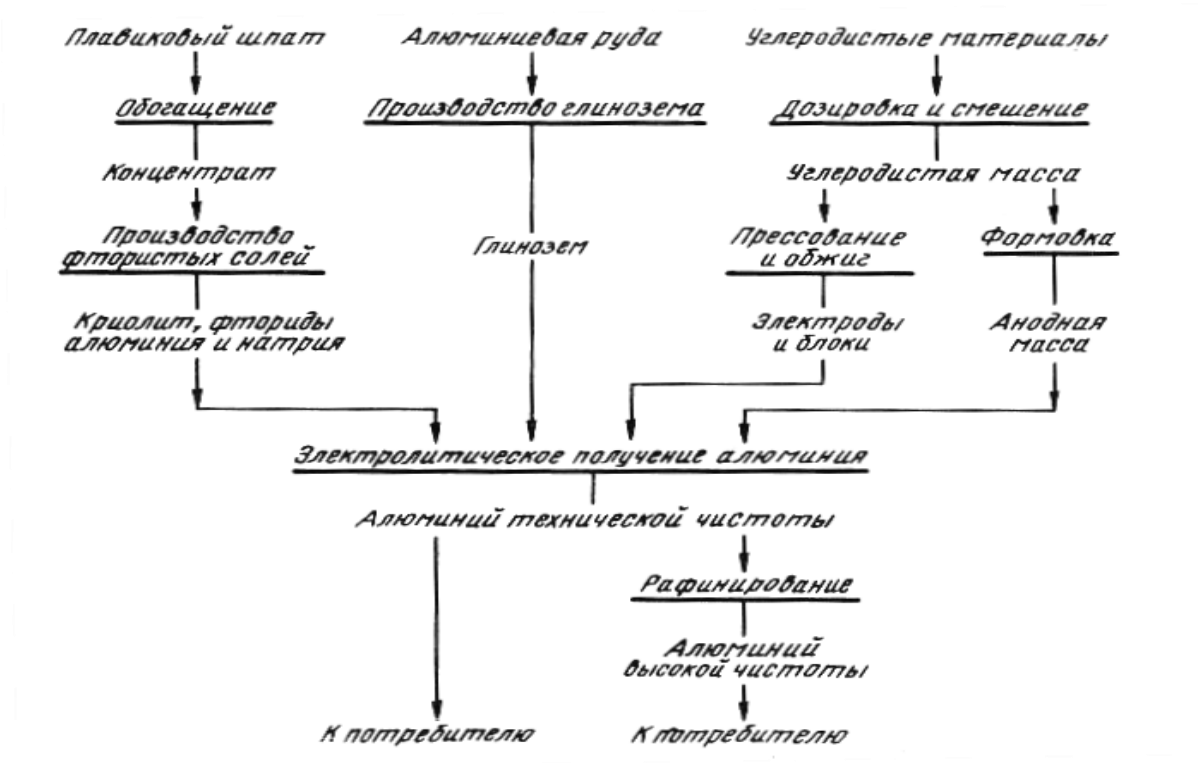


Рисунок 1.1 – Принципиальная технологическая схема производства алюминия электролитическим способом

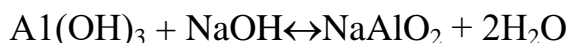
1.1 Получение глинозема

Основным сырьем для производства алюминия служит глинозем Al_2O_3 получают глинозем в основном по способу Байера.

Способ Байера получил наиболее широкое распространение в мировой практике. Он был предложен в конце прошлого, столетия австрийским химиком К. Н. Байером, работавшим в России. По имени автора этот процесс был назван способом Байера.

Способ Байера относится к щелочным гидрохимическим процессам. В основе

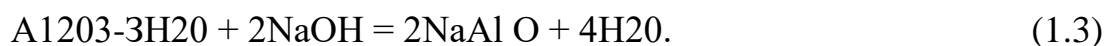
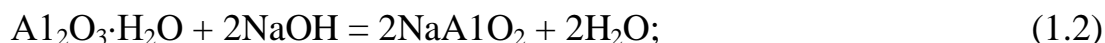
способа лежит обратимая химическая реакция



В условиях обработки (выщелачивания) исходной руды раствором едкого натра эта реакция идет вправо, т. е. алюминий переходит в раствор в форме алюмината натрия. При разложении (декомпозиции) полученных растворов равновесие реакций сдвигается в обратную сторону и происходит гидролиз алюминатного раствора с образованием кристаллического осадка гидроксида алюминия.

В способе Байера технологический цикл по щелочи замкнут. Затраченная на выщелачивание щелочь освобождается при декомпозиции и возвращается в голову процесса на обработку новых порций руды.

Способ Байера обычно применяют для переработки высококачественных бокситов с относительно низким содержанием кремнезема. Исходный боксит дробят и затем измельчают в среде концентрированного оборотного раствора щелочи. Далее пульпу выщелачивают с целью перевода оксида алюминия в раствор. Выщелачивание боксита в зависимости от минералогической формы природного гидроксида алюминия протекает по следующим реакциям:



1.3 Производство криолита, фтористых солей и угольных изделий

Алюминиевая промышленность является крупным потребителем фтористых солей и различных угольных изделий. Фтористые соли необходимы для приготовления расплавленного электролита — среды для

растворения и электролиза глинозема. Основным компонентом электролита для получения алюминия является криолит — двойная соль фтористого натрия и фтористого алюминия $\text{Na}_3\text{AlF}_6(3\text{NaF}\cdot\text{AlF}_3)$. Состав криолита характеризуется криолитовым отношением, т. е. молярным отношением числа молей фторидов натрия и алюминия. В чистом криолите криолитовый модуль равен 3, а в промышленных электролитах его величина колеблется от 2,5 до 2,9, т. е. они обогащены фторидом алюминия по сравнению с чистым криолитом.

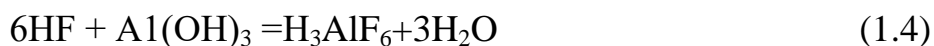
Для корректировки в электролит в случае отклонений его состава от оптимального вводят NaF или AlF_3 .

Для нужд алюминиевой промышленности криолит и его составные компоненты получают искусственным путем из флотационного концентрата с содержанием более 95 % CaF_2 , полученного при обогащении природного плавикового шпата. Искусственный криолит обычно готовят с избытком фтористого алюминия вплоть до состава с криолитовым отношением 1,5.

Криолит и фтористые соли должны содержать ограниченное количество примесей, загрязняющих алюминий (Si , Fe) или нарушающих нормальное протекание процесса электролиза (влага, сульфат-ионы). По ГОСТ 10561—73 общая допустимая сумма примесей в криолите не должна превышать 3 %.

Получение криолита в нашей стране производят кислотным способом. По этому способу концентрат плавикового шпата смешивают с концентрированной серной кислотой и нагревают с целью разложения CaF_2 в трубчатых вращающихся печах до температуры около 200 С. В результате протекания реакции $\text{CaF}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{HF} + \text{CaSO}_4$ образуются фтористый водород и гипс.

Для получения криолита в раствор плавиковой кислоты вводят рассчитанные количества гидроксида алюминия и соды. Процесс ведут в две стадии. Сначала в раствор добавляют гидроксид алюминия и получают фторалюминиевую кислоту по реакции



В дальнейшем полученную кислоту нейтрализуют содой с получением криолита



Выпавший в осадок криолит отделяют от раствора в сгустителях, затем фильтруют и промывают на барабанных вакуум-фильтрах. Отфильтрованный криолит сушат в трубчатых сушилках.

Для получения фтористого алюминия раствор плавиковой кислоты нейтрализуют избытком гидроксида алюминия $3\text{HF} + \text{Al}(\text{OH})_3 = \text{AlF}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, а фтористый натрий получают нейтрализацией плавиковой кислоты содой $2\text{HF} + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaF} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.

Угольные изделия служат для подвода тока к электролиту и футеровки электролизеров. Основными видами углеродистых изделий для алюминиевых электролизеров являются:

- 1) анодные обожженные блоки, используемые для компоновки анодов;
- 2) анодная масса для формирования непрерывных самообжигающихся анодов;
- 3) катодные блоки, предназначенные для футеровки подины электролизера, являющейся одновременно катодом;
- 4) угольные плиты для внутренней футеровки боковых стенок электролизеров.

Для производства угольных изделий применяют два вида исходных материалов: твердые углеродистые материалы, составляющие основу изделия, и связующие вещества, заполняющие промежутки между зернами основы. При обжиге связующие вещества коксуются и прочно скрепляют зерна твердых углеродистых материалов между собой.

В качестве твердых углеродистых материалов используют высококачественные сорта антрацитов и термоантрацитов, нефтяной, литейный или пековый (смоляной) коксы, отличающиеся малой зольностью. Связующим служит каменноугольный пек — продукт перегонки каменноугольной смолы — с температурой размягчения 65—75 °С.

Рассмотрим на примере обожженных угольных изделий технологию их производства.

Вначале исходные твердые углеродистые материалы дробят до крупности 30—50 мм и прокаливают в трубчатых или ретортных печах при 1200—1400 °С с целью удаления летучих до содержания менее 0,15—0,20%.

Прокаленные материалы затем измельчают и классифицируют по крупности на несколько классов, которые складывают в сортовых бункерах и используют при дозировке и смешении шихты в соответствии с принятым для данного изделия гранулометрическим составом. Применение углеродистых частиц различной крупности позволяет получать угольные изделия с требуемыми механическими и электрическими свойствами.

При смешивании твердых материалов к ним добавляют предварительно разогретый до заданной температуры каменноугольный пек.

При изготовлении прессованных изделий вводят примерно 20—22 % связующего. Смешение производят в механических лопастных смесителях.

Готовую тестообразную углеродистую массу направляют на прессование под давлением 20—40 МПа. Удельное давление прессования не должно превышать значений, вызывающих разрушение твердых зерен. Прессование изделий производят на штемпельных прессах с замкнутой матрицей или по способу продавливания через мундштук, имеющий форму размеры поперечного сечения изготавливаемого изделия. После прессования заготовки выдерживают на воздухе не менее 24 ч с целью снятия внутренних напряжений, возникающих в процессе прессования. Затем их обжигают при 1300—1400 °С без доступа воздуха в камерных или туннельных печах. Во время обжига происходит коксование связующего, в результате чего изделия приобретают повышенные прочность, твердость и электропроводность.

Обжиг угольных изделий для алюминиевых электролизеров является очень ответственной технологической операцией. Постепенный нагрев, выдержка при максимальной температуре и медленное охлаждение должны проводиться строго по разработанному опытным путем временному и температурному графику. Общая продолжительность обжига составляет 15—30 сут. Нарушение режима обжига ведет к получению бракованных изделий вследствие их деформации или растрескивания. Приготовление анодной массы заканчивается формованием брикетов из тестообразной массы с повышенным содержанием связующего (до 27—31 %). Прессование и тем более обжиг в этом случае не проводят. В некоторых технологических процессах используют графитированные электроды, обладающие повышенной электропроводностью. Такие изделия получают из угольных электродов путем их нагрева до 2500 °С.

Графитирование осуществляют в электрических печах сопротивления, в которых рабочим сопротивлением служат сами электроды. Полный цикл графитирования включая загрузку и разгрузку электродов, продолжается примерно 180 ч.

1.4 Получение алюминия электролитическим путем

В связи с тем, что алюминий в ряду напряжений находится среди наиболее электроотрицательных металлов, его электролитическое получение возможно только из электролитов, не содержащих в своем составе более электроположительных по сравнению с алюминием ионов. К таким электролитам относятся солевые расплавы, содержащие катионы щелочных и щелочноземельных элементов и обладающие достаточно хорошей растворимостью глинозема.

Основой современного промышленного электролита, используемого во всем мире, является система криолит - глинозем (Na_3AlF_6 — Al_2O_3), компоненты которой плавятся соответственно при 1100 и 2050 °С. В системе определена эвтектика с содержанием 10 % Al_2O_3 (температура плавления 968 °С). Увеличение содержания глинозема от 0% эвтектической точки снижает температуру плавления сплава. Дальнейшее даже незначительное повышение концентрации глинозема вызывает резкое повышение плавкости бинарного электролита.

При температуре около 1040—1050°С растворимость глинозема в криолите составляет примерно 15%,

Применяемый в настоящее время для электролиза алюминия электролит состоит из обогащенного фтористым алюминием криолитоглиноземного расплава с криолитовым отношением 2,5—2,9. Для снижения температуры плавления электролита, увеличения его электропроводности, улучшения смачиваемости электролитом анода и придания ему ряда других свойств в электролит вводят различные добавки в количестве, не превышающем суммарно 6—10 %. В качестве добавок обычно используют CaF_2 , LiF , MgF_2 , и NaCl . Ограничение содержания добавок в промышленном электролите обусловлено понижением растворимости Al_2O_3 при их введении.

Содержание основных компонентов в промышленном электролите колеблется в следующих пределах, %: Na_3AlF_6 75-90; AlF_3 5—12; CaF_2 2-10; Al_2O_3 1—10.

Оптимальная температура электролита в нормально работающем электролизере колеблется от 950 до 970 °С. При этих температурах максимальная растворимость Al_2O_3 в электролите указанного состава составляет 8—10 %.

В процессе электролиза глинозема его концентрация в электролите непрерывно снижается до предельно допустимой (около 1 %). Обеднение электролита глиноземом приводит к снижению вязкости электролита, некоторому уменьшению его плотности и ухудшению смачиваемости анода расплавом. Последнее при достижении минимально допустимого содержания Al_2O_3 приводит к нарушению технологического режима. Убыль глинозема в электролите периодически или непрерывно пополняют.

Плотность криолита, алюминия и глинозема в твёрдом состоянии соответственно равна 2950, 2700 и 3900 кг/м³. При рабочих температурах в электролизерах плотность расплавленного алюминия снижается до 2300, а электролита почти до 2000 кг/м³. Это, несмотря на незначительную разность плотностей (около 10%), обеспечивает удержание получаемого при электролизе алюминия на подине электролизера и под слоем электролита. Уменьшению разности плотностей электролита и алюминия способствуют

снижение температуры процесса и в некоторой степени уменьшение содержания в расплаве Al_2O_3 . При существенном снижении рабочей температуры возможно всплывание алюминия на поверхность, что приводит к нарушению процесса электролиза.

При проведении процесса электролиза алюминия необходимо учитывать также летучесть компонентов криолитового расплава, которая приводит к потере AlF_3 и NaF . Расплавленный электролит в рабочем состоянии представляет собой сложный по составу расплав, состоящий из многочисленных ионов, образующихся при электролитической диссоциации его компонентов. В соответствии с величинами потенциалов разряда в процессе электролиза криолитоглиноземного расплава по упрощенной схеме на электродах разряжаются ионы Al^{3+} и O^{2-} , образующиеся при электролитической диссоциации растворенного в электролите глинозема.

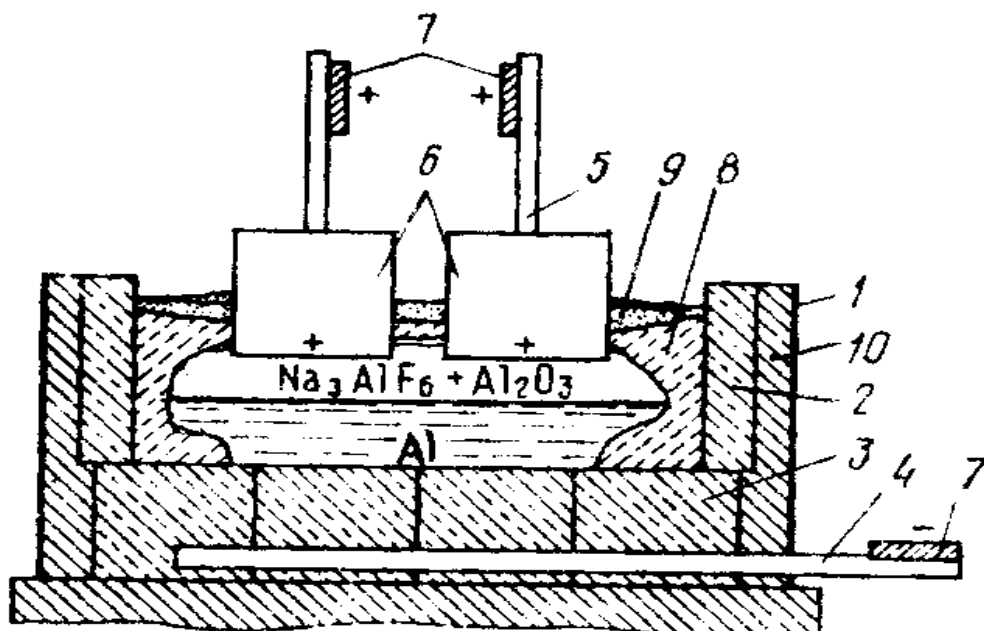


Рисунок 1.2 – Схема электролизной ванны

1 – кожух , 2 – боковые угольные плиты, 3 – угольные блоки (катод), 4,5 – токоподводы к электродам, 6 – анод, 7 – токопроводящие шины, 8 – корка застывшего электролита, 9 – глинозем, 10 – шамотная футеровка

Выделяющийся на аноде атомарный кислород тут же вступает во взаимодействие с угольным анодом и сжигает его с образованием смеси $CO+CO_2$. Это приводит к постепенному расходованию анода. Газовые пузырьки при хорошем смачивании анода электролитом как бы смываются циркулирующим расплавом. По мере снижения в электролите концентрации

глинозема смачиваемость анода расплавом ухудшается, и газовые пузырьки начинают закрепляться на поверхности раздела его с расплавом.

Устройство электролизной ванны для получения алюминия (алюминиевого электролизера) показано на рисунке 1.2. Электролизер имеет прямоугольную форму. Снаружи он заключен в металлический кожух. Внутренняя его футеровка выполнена из угольных плит и блоков.

Подовые блоки одновременно являются катодом электролизера. Однако фактически катодные функции выполняет слой расплавленного алюминия, оседающий на подине, а катодные блоки работают как токоподводы. Глубина рабочего пространства ванны составляет около 0,5 м; погружение анодов в электролит невелико, только часть их находится в расплаве. Ток подводится к катоду с помощью залитых чугуном массивных стальных стержней, подключенных к отрицательному полюсу источника постоянного тока.

Прохождение по цепи постоянного тока сопровождается не только электрохимическими процессами, но и выделением значительного количества тепла, которое поддерживает температуру электролита в заданных пределах.

Наиболее высокая температура развивается вблизи анода, т. е. в центральной части электролизера. На участках с пониженной температурой электролит затвердевает, образуя на боковых стенках гарнисаж, а на открытой верхней поверхности — корку.

Глинозем, необходимый для восполнения его убыли в электролите, периодически или непрерывно загружают на поверхностную корку, где он подогревается. Подача свежих порций глинозема в электролит производится путем пробивания специальным механизмом отверстия в корке, через которое очень «текучий» порошок глинозема быстро просыпается в ванну расплава и растворяется в нем.

При концентрации глинозема в электролите выше 1—2 % напряжение на ванне обычно не превышает 4—4,3 В. Однако снижение содержания Al_2O_3 ниже 1 % ведет к возникновению анодного эффекта, характеризующегося резким возрастанием напряжения на ванне до 30—40 В и повышением расхода электроэнергии. Вследствие разогрева электролита быстрее начинают расходоваться аноды и интенсифицируется улетучивание составляющих электролита. Добавка новых порций глинозема прекращает анодный эффект.

Помимо периодических колебаний содержания Al_2O_3 в электролите, вызванных принципиальными особенностями работы алюминиевых электролизеров и условиями их обслуживания, наблюдаются постоянные изменения состава криолитового расплава.

Причинами этого являются:

- 1) избирательное поглощение угольной футеровкой фтористого алюминия, особенно в первые месяцы работы электролизных ванн;
- 2) потери AlF_3 и NaF в результате их улетучивания;
- 3) взаимодействие криолита с примесями (SiO_2 , Na_2O , H_2O), попадающими в электролит с глиноземом и фтористыми солями, приводящее к разложению электролита и обогащению его фтористым натрием.

2 Механическое оборудование металлургического производства

В процессе эксплуатации все элементы конструкции электролизера для получения алюминия претерпевают деформации под действием высокой температуры и агрессивности среды, в которой протекает процесс электролиза алюминия. Наибольшим изменениям подвергается катодное устройство, расплав фтористых солей оказывает разрушающее действие на футеровку, натрий проникает в кристаллическую решетку углерода, физико-химическое воздействие расплавленных солей на огнеупорную кладку приводит к разрушению подины.

Основными причинами отключения электролизера на капитальный ремонт являются: проникновение расплава под угольную футеровку и ее разрушение, износ бортовой футеровки и проникновение расплава к металлическому кожуху, деформация катодного кожуха, приводящая к нарушению целостностей футеровки, отрыв анкерных лап и перекося всего катодного устройства, исключающие дальнейшую нормальную эксплуатацию электролизера.

2.1 Отключение электролизера на капитальный ремонт

Осуществляют согласно графику ремонта или при аварийном выходе электролизера из строя. Перед отключением проводят ряд предварительных работ: уменьшают высоту столба анода путем уменьшения или прекращения загрузки анодной массы, убирают или перерабатывают все сырье, подготавливают шинные каналы и короткозамкватели. После отключения сливают весь электролит и максимальное количество металла, убирают корку электролита, поднимают анод, очищают от сырья металлоконструкции.

Разварные анодные стояки укладывают при помощи мостового электрического крана в установленном месте. Катодные спуски обрубает или также разваривают. Электролизную ванну при помощи мостового крана снимают с фундамента и устанавливают на транспортер представленного на рисунке 2.1, при помощи которого по железной дороге тепловозами электролизную ванну перевозят из электролизного корпуса в цех капитального ремонта электролизеров (ЦКРЭ).

2.2 Основное оборудование цеха капитального ремонта электролизеров

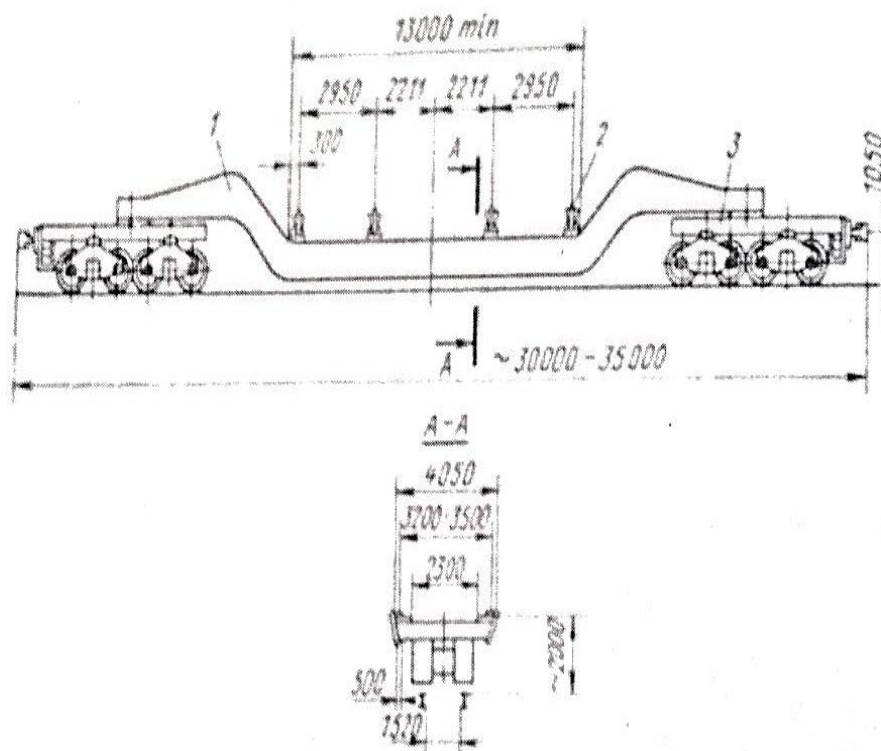


Рисунок 2.1 – Транспортёр для перевозки катодного устройства

1 - платформа, 2 - четырехосные железнодорожные тележки, 3 - опоры для катодного устройства.

ЦКРЭ включает в себя: Отделение демонтажа футеровки, отделение ремонта металлоконструкций, отделение футеровки катодных устройств, отделение разогрева подовой массы, отделение заливки подовых секции.

После того как электролизная ванна поступает в ЦКРЭ ее при помощи мостового крана снимают с транспортера и направляют в отделение демонтажа футеровки. Там при помощи машины для демонтажа футеровки представленной на рисунке 2.2 разрушают футеровки ванны. Далее проверят

металлоконструкции ванны на отклонения, заменяют разрушенные части металлоконструкции, выпрямляют, рихтуют и дальше направляют в отделение футеровки катодных устройств.

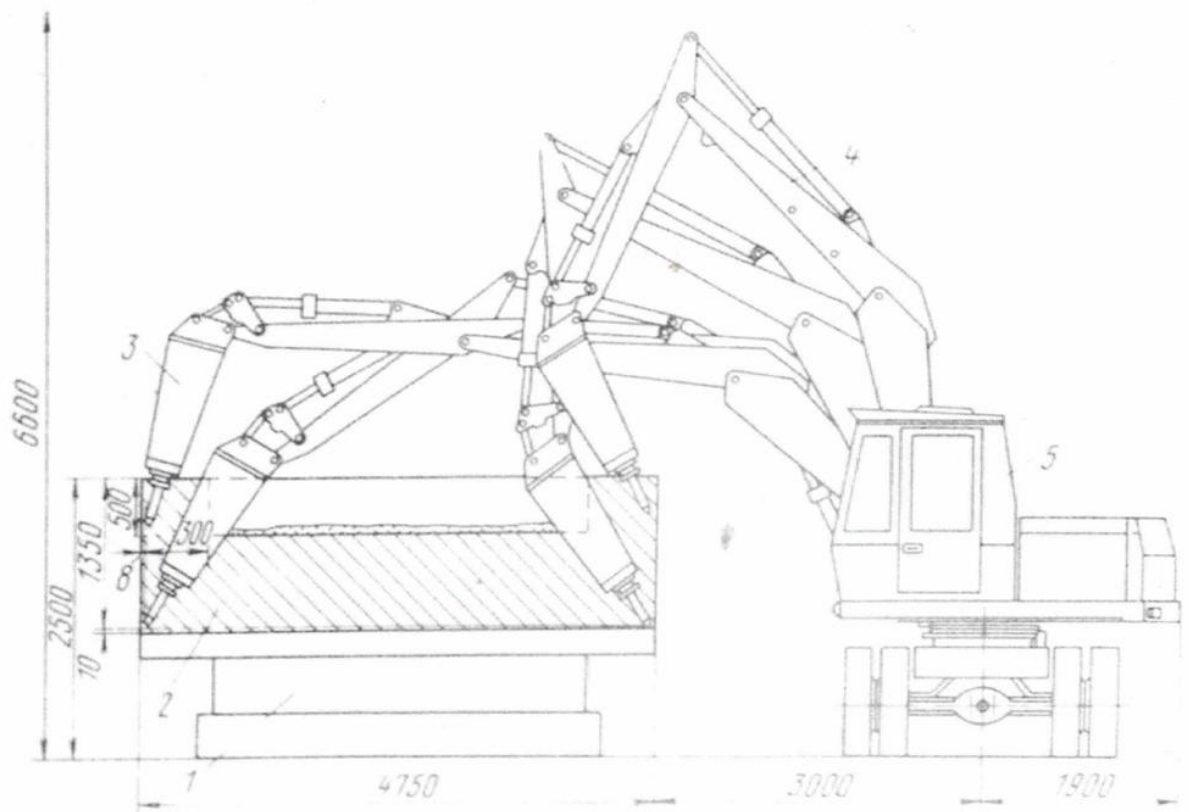


Рисунок 2.2 – Машина для демонтажа подины

1 – стенд, 2 – катодный кожух, 3 – пневмомолот, 4 – стрела, 5 – экскаватор с дизельным приводом.

Отделение футеровки катодных устройств. Здесь укладывают футеровку, угольные блоки, заливают чугуном, наносят слой углеродистой подовой массы при помощи машины для накатки подушки. После всех проведенных операций электролизную ванну при помощи мостового крана устанавливают на транспортер и по железной дороге тепловозами транспортируют в электролизный цех. Ванну устанавливают на фундамент, опускают в нее анод приваривают токоподводящие шины и подготавливают к пуску постепенно выводя электролизер на рабочие параметры.

3 Эксплуатация и ремонт

В целях предупреждения прогрессивного нарастания износа, исключения поломок и преждевременного выхода из строя деталей и узлов основного технологического оборудования, а также для поддержания его в постоянной эксплуатационной готовности и обеспечения его производительной и безопасной работы проводится система планово-предупредительного ремонта (ППР). Она состоит из циклически повторяющихся организационных и технических мероприятий, предусматривающих выполнение запланированных во времени профилактических работ по осмотру, уходу и устранению неисправностей, а также ремонтов, восстанавливающих работоспособность действующего технологического оборудования.

Система ППР предусматривает:

- 1 обязательное выполнение правил технической эксплуатации (ПТЭ) основного технологического оборудования и норм его технического обслуживания;
- 2 своевременное и качественное проведение плановых ремонтов оборудования.

Система ППР обеспечивает:

- 1 восстановление заданных технических характеристик оборудования;
- 2 увеличение продолжительности межремонтных периодов работы оборудования;
- 3 снижение продолжительности и стоимости ремонта, а также повышение качества выполняемых ремонтных работ;
- 4 стабильность протекания технологических процессов.

Различают следующие виды планово-предупредительного ремонта (ППР):

- 1 межремонтное техническое обслуживание: ежедневные и периодические ремонтные осмотры;
- 2 плановые ремонты, которые состоят из текущих ремонтов (Т1, Т2, Т3,) и капитальных ремонтов (К).

Техническое обслуживание оборудования представляет собой комплекс мероприятий, направленных на предупреждение преждевременного износа оборудования путем точного выполнения правил ПТЭ, а также своевременного устранения мелких неисправностей.

Техническое обслуживание включает:

- 1 Ежедневное техническое обслуживание;
- 2 Периодические технические осмотры, выполняемые после наработки оборудованием определенного количества часов.

Текущий ремонт — это ремонт, при котором производится замена небольшого количества изношенных деталей и регулирование механизмов для обеспечения нормальной эксплуатации до очередного планового ремонта.

Капитальный ремонт оборудования предназначен для полного восстановления работоспособности механизмов на период ремонтного цикла (период между двумя капитальными ремонтами). При капитальном ремонте производится полная разборка узлов с целью восстановления базовых деталей и замены или восстановления всех деталей. Капитальный ремонт рекомендуется производить методом агрегатно - узлового ремонта, при котором на оборудование взамен изношенных устанавливаются новые или заранее отремонтированные узлы. Капитальный ремонт может производиться также индивидуальным методом, при котором все снятые и отремонтированные детали и узлы устанавливаются на эту же машину.

Количество и виды технических обслуживаний и ремонтов являются исходной информацией для составления годового и месячного графиков ремонтных работ по каждой единице принятого к эксплуатации оборудования.

Количество и виды технических обслуживаний и ремонтов определяются аналитическим методом. Ниже представлены расчеты для каждого типа рабочего оборудования карьера на календарный год в зависимости от планируемой годовой выработки.

Полученные данные об оборудовании приведены в таблице 3.1

Таблица 3.1 - Ремонтные нормативы основного технологического оборудования

№	Наименование оборудования	Кол-во шт	Ремонт				Трудоемкость	
			Вид	Периодичность	Продолжительность	Число в цикле	1-го ремонта	Среднегодовая
1	Машина сварочная стыковая	1	ТО	730	24	36	96	864
			Т	2920	144	11	300	825
			К	35040	480	1	1900	475
2	Индукционная печь, вместимость 60т	1	ТО	730	12	33	33	352
			Т	8760	96	2	192	127
			К	26280	192	1	1920	640
3	Кран мостовой г/п 10т	2	ТО	243	2	160	6	182
			Т	2190	24	19	72	274
			К	43800	96	1	520	104
4	Кран мостовой г/п 200т	1	ТО	243	2	120	16	384
			Т	730	8	59	80	944
			К	43800	120	1	560	112
5	Кран мостовой г/п 50т	1	ТО	243	12	160	12	384
			Т	2190	24	19	120	456
			К	43800	192	1	1320	264
6	Машина для накатки подушек	1	ТО	243	4	25	11	275
			Т	730	64	11	64	704
			К	8760	336	1	346	346
7	Машина для разрушения подин	1	ТО	243	4	25	11	275
			Т	730	64	11	64	704
			К	8760	336	1	346	346

3.1 Определение количества технологических обслуживаний и ремонтов

Количество и виды технических обслуживаний и ремонтов является исходной информацией для составления годового и месячного графиков

ремонтных работ по каждой единице принятого к эксплуатации оборудования. Количество и виды технических обслуживаний и ремонтов определяем аналитическим методом.

1) Определение количества и видов технологических обслуживаний и ремонтов для машины сварочной стыковой

а) Количество капитальных ремонтов определяем по формуле

$$N_k = \frac{H_{\Gamma} + H_K}{K}$$

где H_{Γ} - планируемая выработка на год, определяемая по формуле:

$$H_{\Gamma} = T_{\Gamma} \cdot k_u^n - T_p$$

где $k_u^n = 0,8 \div 0,9$ – планируемый коэффициент использования машины в смену; T_p – количество часов, затрачиваемое на ремонт в планируемом году.

$$T_p = \frac{T_{\Gamma} \cdot (T_{TO} \cdot N_{TO} + T_T \cdot N_T + T_K \cdot N_K)}{K}$$

где T_{TO} , T_T , T_K – продолжительность, соответственно одного технического обслуживания, первого текущего, капитальных ремонтов, ч; N_{TO}^y , N_T^y , N_K^y - число в цикле, соответственно, технического обслуживания, первого текущего, капитального ремонтов, ед; K – ремонтный цикл машины, ч; T_{Γ} – номинальный фонд времени работы оборудования, год; H_K – выработка машины от предыдущего капитального ремонта, ч.

Для оборудования, эксплуатируемого на предприятии до начала планируемого года, H_K принимают по данным предприятия. Для оборудования, вводимого в эксплуатацию в начале планируемого года, $H_K=0$.

$$T_p = \frac{8760 \cdot (24 \cdot 36 + 144 \cdot 11 + 480 \cdot 1)}{35040} = 732 \text{ ч}$$

Тогда планируемая выработка на год будет составлять

$$H_{\Gamma} = 8760 \cdot 0,85 - 732 = 6714 \text{ ч}$$

Количество капитальных ремонтов

$$N_K = \frac{6714 + 0}{35040} = 0,19$$

Принимаем количество капитальных ремонтов $N_K = 0$

б) Количество текущих ремонтов определяем по формуле

$$N_T = \frac{H_T + H_T}{T} - N_K$$

где T - периодичность первых текущих ремонтов, час; H_T - выработка машины от предыдущего первого текущего ремонта ($H_T = 0$)

$$N_{T1} = \frac{6714+0}{2920} - 0 = 2,1$$

Принимаем количество текущих ремонтов $N_{T1} = 2$

в) Количество технических обслуживаний вычисляем по формуле

$$N_{T0} = \frac{H_T + H_{T0}}{T_0} - N_K - N_T$$

где T_0 - периодичность технических осмотров, час.

H_{T0} - выработка машины от технического обслуживания ($N_T = 0$)

$$N_{T0} = \frac{6714 + 0}{730} - 0 - 2 = 7,2$$

Принимаем количество технических обслуживаний $N_{T0} = 7$

2) определение количества и видов технологических обслуживаний и ремонтов для индукционной печи 60 т.

$$T_p = \frac{8760 \cdot (12 \cdot 33 + 96 \cdot 2 + 192 \cdot 1)}{26280} = 262 \text{ ч}$$

Тогда планируемая выработка на год будет составлять

$$H_r = 8760 \cdot 0,85 - 260 = 7186 \text{ ч}$$

а) Количество капитальных ремонтов

$$N_k = \frac{7186 + 20000}{26280} = 1,03$$

где $N_k = 2000$ – выработка индукционной печи от предыдущего капитального ремонта

Принимаем количество капитальных ремонтов $N_k = 1$

б) Количество текущих ремонтов

$$N_T = \frac{7186 + 6480}{8670} - 1 = 1,5$$

где $N_T = 6480$ – выработка индукционной печи от предыдущего текущего ремонта

Принимаем количество текущих ремонтов $N_T = 1$

в) Количество технических обслуживаний

$$N_{T0} = \frac{7186 + 690}{730} - 1 - 1 = 8,2$$

где $N_{T0} = 690$ – выработка индукционной печи от предыдущего технического обслуживания

Принимаем количество технических обслуживаний $N_{T0} = 8$

3) Определение количества и видов технологических обслуживаний и ремонтов для крана мостового г/п 10 т

$$T_p = \frac{8760 \cdot (2 \cdot 160 + 24 \cdot 19 + 96 \cdot 1)}{43800} = 174 \text{ ч}$$

Тогда планируемая выработка на год будет составлять

$$H_r = 8760 \cdot 0,85 - 174 = 7272 \text{ ч}$$

а) Количество капитальных ремонтов

$$N_k = \frac{7186 + 0}{43800} = 0,2$$

где $N_k = 0$ – выработка крана от предыдущего капитального ремонта

Принимаем количество капитальных ремонтов $N_k = 0$

б) Количество текущих ремонтов

$$N_T = \frac{7272 + 0}{2190} - 0 = 3,1$$

где $N_T = 0$ – выработка крана от предыдущего текущего ремонта

Принимаем количество текущих ремонтов $N_T = 1$

в) Количество технических обслуживаний

$$N_{T0} = \frac{7272 + 0}{243} - 0 - 3 = 23,6$$

где $N_{T0} = 0$ – крана от предыдущего технического обслуживания

Принимаем количество технических обслуживаний $N_{T0} = 23$

4) Определение количества и видов технологических обслуживаний и ремонтов для крана мостового г/п 10 т

$$T_p = \frac{8760 \cdot (2 \cdot 160 + 24 \cdot 19 + 96 \cdot 1)}{43800} = 174 \text{ ч}$$

Тогда планируемая выработка на год будет составлять

$$H_r = 8760 \cdot 0,85 - 174 = 7272 \text{ ч}$$

а) Количество капитальных ремонтов

$$N_k = \frac{7272 + 26000}{43800} = 0,75$$

где $N_k = 26000$ – выработка крана от предыдущего капитального ремонта

Принимаем количество капитальных ремонтов $N_k = 0$

б) Количество текущих ремонтов

$$N_T = \frac{7272 + 2000}{2190} - 0 = 4,2$$

где $N_T = 2000$ – выработка крана от предыдущего текущего ремонта

Принимаем количество текущих ремонтов $N_T = 4$

в) Количество технических обслуживаний

$$N_{T0} = \frac{7272 + 190}{243} - 0 - 4 = 26,3$$

где $N_{T0} = 190$ – выработка крана от предыдущего технического обслуживания

Принимаем количество технических обслуживаний $N_{T0} = 26$

5) Определение количества и видов технических обслуживаний и ремонтов для мостового крана г/п 200т

$$T_p = \frac{8760 \cdot (2 \cdot 120 + 8 \cdot 59 + 120 \cdot 1)}{43800} = 166 \text{ ч}$$

Тогда планируемая выработка на год будет составлять

$$H_r = 8760 \cdot 0,85 - 166 = 7280 \text{ ч}$$

а) Количество капитальных ремонтов

$$N_k = \frac{7280 + 26000}{43800} = 0,7$$

где $N_k = 26000$ – выработка крана от предыдущего капитального ремонта

Принимаем количество капитальных ремонтов $N_k = 0$

б) Количество текущих ремонтов

$$N_T = \frac{7272 + 690}{2190} - 0 = 10,1$$

где $N_T = 690$ – выработка крана от предыдущего текущего ремонта

Принимаем количество текущих ремонтов $N_T = 10$

в) Количество технических обслуживаний

$$N_{T0} = \frac{7272 + 190}{243} - 0 - 10 = 20,3$$

где $N_{T0} = 190$ – выработка крана от предыдущего технического обслуживания

Принимаем количество технических обслуживаний $N_{T0} = 20$

б) Определение количества и видов технических обслуживаний и ремонтов для машины для накатки подушки

$$T_p = \frac{8760 \cdot (12 \cdot 160 + 24 \cdot 19 + 192 \cdot 1)}{8760} = 1115 \text{ ч}$$

Тогда планируемая выработка на год будет составлять

$$H_r = 8760 \cdot 0,85 - 1115 = 6331 \text{ ч}$$

а) Количество капитальных ремонтов

$$N_k = \frac{6331 + 8000}{8760} = 1,6$$

где $N_k = 8000$ – выработка машины от предыдущего капитального ремонта

Принимаем количество капитальных ремонтов $N_k = 1$

б) Количество текущих ремонтов

$$N_T = \frac{6331 + 690}{730} - 1 = 5,2$$

где $N_T = 690$ – выработка машины от предыдущего текущего ремонта

Принимаем количество текущих ремонтов $N_T = 5$

в) Количество технических обслуживаний

$$N_{T0} = \frac{7272 + 190}{243} - 1 - 5 = 18,3$$

где $N_{T0} = 190$ – выработка машины от предыдущего технического обслуживания

Принимаем количество технических обслуживаний $N_{T0} = 18$

7) Определение количества и видов технологических обслуживаний и ремонтов машины для разрушения подины

$$T_p = \frac{8760 \cdot (3 \cdot 25 + 64 \cdot 11 + 336 \cdot 1)}{8760} = 1115 \text{ ч}$$

Тогда планируемая выработка на год будет составлять

$$H_r = 8760 \cdot 0,85 - 1115 = 6331 \text{ ч}$$

а) Количество капитальных ремонтов

$$N_k = \frac{6331 + 8000}{8760} = 1,6$$

где $N_k = 8000$ – выработка машины от предыдущего капитального ремонта

Принимаем количество капитальных ремонтов $N_k = 1$

б) Количество текущих ремонтов

$$N_T = \frac{6331 + 690}{730} - 1 = 5,2$$

где $N_T = 690$ – выработка машины от предыдущего текущего ремонта

Принимаем количество текущих ремонтов $N_T = 5$

в) Количество технических обслуживаний

$$N_{T0} = \frac{7272 + 190}{243} - 1 - 5 = 18,3$$

где $N_{T0} = 190$ – выработка машины от предыдущего технического обслуживания

Принимаем количество технических обслуживаний $N_{T0} = 18$

3.2 Организация ремонтных работ

В соответствии с определенными количеством, и видами технических обслуживаний и ремонтов составляют годовой и месячный графики ППР (таблица 3.2 и 3.3).

Таблица 3.2 – Годовой график ППР

Оборудование	№ П/П	1 квартал				2 квартал				3 квартал				4 квартал				Кол-во и продолжительность ремонтов			Общая продолжительность ремонта	
		январь	февраль	март	простой	апрель	Май	июнь	простой	июль	август	сентябрь	простой	октябрь	ноябрь	декабрь	простой	ТО	Т1	К		
Машина сварочная стыковая МС - 3201	1	ТО/24	Т/14 4	168		ТО/ 24		ТО/ 24	48	ТО/ 24	ТО/ 24	Т/14 4	192		ТО/ 24	ТО/ 24	48	7/168	2/288	-	456	
Индукционная печь ИЧТ-1-1С4	1	К/192		ТО/ 12	204	ТО/ 12	ТО/ 12	ТО/ 12	36	Т/96	ТО/ 12	ТО/ 12	120	ТО/ 12	ТО/ 12	24	8/96	1/96	1/19 2	384		
Кран мостовой г/п 10 т	1	3ТО/2	Т/24	2ТО /2	34	2ТО /2	3Т О/2	3Т О/2	16	Т/24	2ТО /2	3ТО /2	34	3ТО /2	Т/24	2ТО /2	34	23/46	3/72	-	118	
	2	Т/24	3ТО /2	3ТО /2	36	Т/24	3Т О/2	4Т О/2	38	Т/24	3ТО /2	3ТО /2	36	Т/24	3ТО /2	4ТО /2	38	26/52	4/96	-	148	
Кран мостовой г/п 200т	1	Т/8	2ТО /2	2ТО /2	32	2ТО /2	3Т О/2	Т/8	26	Т/8	2ТО /2	2ТО /2	Т/8	32	2ТО /2	3ТО /2	2ТО /2	30	20/40	10/80	-	120
Кран мостовой г/п 50 т	1	3ТО/12	Т/24	3ТО /12	96	3ТО /12	ТО/ 12	3Т О/1 2	108	3ТО /12	Т/24	3ТО /12	96	3ТО /12	Т/24	3ТО /12	96	25/30 0	4/96	-	396	
Машина для набивки подушки	1	3ТО/4	3ТО /4	К/33 6	360	3ТО /4	Т/6 4	3Т О/4	88	ТО/ 4	Т/64	3ТО /4	140	Т/64	3ТО /4	Т/64	140	18/72	5/320	1/33 6	728	
Машина для разрушения подоины	1	3ТО/ 4	Т/ 64	3 Т О/ 4	8 8	3 Т О/ 4	Т /6 4	3 Т О /4	1 4 0	Т /6 4	3 Т О /4	Т /6 4	1 4 0	3 Т О /4	к/ 3 3 6	3 Т О /4	3 6 0	18/ 72	5/3 20	1/ 3 3 6	728	

Таблица 3.3 - Месячный график ППР

№	Оборудование	Январь																Количество и продолжительность ремонта			Общая продолжительность ремонта
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	ТО	Т1	К	
		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	30					
1	Машина сварочная стыковая МС - 3201						ТО/4	ТО/4	ТО/4	ТО/4			ТО/4					6/24			24
2	Индукционная печь ИЧТ-1-1С4	К/6	К/6	К/10			К/10	К/10	К/10	К/10			К/10		К/10	К/10	К/10			20/19	192
		К/10			К/10	К/10	К/10	К/10	К/10	К/10			К/10	К/10							
3	Кран мостовой г/п 10 т		ТО/4																		6
		ТО/4													ТО/4				3/6		
4	Кран мостовой г/п 10 т													Т/6	Т/6	Т/6	Т/6	4/24			24
5	Кран мостовой г/п 200т							Т/4	Т/4									2/8			8
6	Кран мостовой г/п 50 т	ТО/4	ТО/4	ТО/4										ТО/4	ТО/4	ТО/4		9/36			36
7	Машина для набивки подушки		ТО/4					ТО/4	ТО/4									3/12			36
								ТО/4													

3.3 Расчёт численности ремонтного персонала

Численность ремонтного персонала рассчитывают одним из следующих методов: ценностным, нормативной трудоемкости, весовым. Наиболее точным является метод нормативной трудоемкости, который рекомендуется в курсовом и дипломном проектировании.

Годовые суммарные трудозатраты определяют по формуле

$$T_{\text{н}} = \sum [(t_{t0} + t_{t1} + t_k) \cdot N^1 + (t_{t0} + t_{t1} + t_k) \cdot N^2 + (t_{t0} + t_{t1} + t_k) \cdot N^3 + (t_{t0} + t_{t1} + t_k) \cdot N^n]$$

$$T_{\text{н}} = (864 + 825 + 475) \cdot 1 + (352 + 127 + 640) \cdot 1 + (182 + 274 + 104) \cdot 2 + (384 + 944 + 112) + (384 + 456 + 264) + (275 + 704 + 346) \cdot 1 + (200 + 704 + 250) = 9456 \text{ чел}\cdot\text{ч}$$

где $t_{T^1_0}, t_{T^2_0}, t_{T^n_0}$ - нормативная среднегодовая трудоемкость технических осмотров отдельных видов оборудования, чел·ч; $t_{T^1_1}, t_{T^2_1}, t_{T^n_1}$ - нормативная среднегодовая трудоемкость первых текущих ремонтов отдельных видов оборудования, чел·ч; $t_{T^1_2}, t_{T^2_2}, t_{T^n_2}$ - нормативная среднегодовая трудоемкость вторых текущих ремонтов отдельных видов оборудования, чел·ч; $t_k^1 + t_k^2 + t_k^n$ - нормативная среднегодовая трудоемкость капитальных ремонтов, чел·ч; N^1, N^2, N^n - число единиц отдельных видов оборудования, принятых к эксплуатации.

Плановую численность производственных рабочих, необходимых для выполнения годового объема ремонтных работ, чел, определяют по формуле:

$$M = \frac{\alpha \cdot T_{\text{н}}}{D_p \cdot K_{\text{н.в.}}}$$

где $\alpha = 1,4 \dots 1,7$ - коэффициент, учитывающий выполнение внеплановых работ; D_p - номинальный годовой фонд времени одного рабочего, ч, оп-

ределяемый по формуле

$$D_p = T_{см} (365 - B - П - O) \cdot k_n \cdot n$$
$$D_p = 8 (365 - 92 - 2 - 34) \cdot 0,96 = 1820,1 \text{ ч}$$

где $B = 92$ - количество выходных дней в планируемом году, $П = 2$ – количество праздничных дней; $O = 34$ - средняя продолжительность отпуска производственного рабочего; $k_n = 0,95 \dots 0,98$ - коэффициент, учитывающий потери времени рабочего по уважительным причинам (болезни и т.д.); $T_{см} = 8$ – продолжительность смены, час; $k_{п.в.} = 1,1 \dots 1,15$ - коэффициент выполнения норм выработки рабочими; n – продолжительность смены, час.

Ориентировочный штат ремонтных рабочих по профессиям новой численности составит:

Таблица 3.4 – Ориентировочный штат ремонтных рабочих

Слесари и электрослесари	9
Токари станочники	1
Электрогазосварщики	1
Прочие	1

Численность вспомогательных и подсобных рабочих (транспортного отдела, инструментального, ОТК, заточники, кладовщики и т.д.) принимают равной

$$M_B = M \cdot (0,10 \dots 0,12)$$

$$M_B = 9 \cdot 0,12 = 1$$

Численность инженерно-технических работников принимают равной

$$M_{и} = (M + M_B) \cdot (0,07 \dots 0,09)$$

$$M_{и}=(9+1) \cdot 0,09=1$$

Численность счетно-нормировочного состава определяют по выражению

$$M_{с} = (M + M_{в} + M_{и}) \cdot (0,04 \dots 0,05)$$

$$M_{с}=(9+1+1) \cdot 0,05=1$$

Численность младшего обслуживающего персонала (уборщицы помещений, дворники, гардеробщики и др.) определяют по выражению

$$M_{м} = (M + M_{в} + M_{и} + M_{с}) \cdot (0,02 \dots 0,03)$$

$$M_{м}=(9+1+1+1) \cdot 0,03=1 \text{ чел.}$$

Таблица 3.5 – численность всего работающего персонала, чел.

Категория работ	Численность персонала, чел
Слесари и электрослесари	9
Токари – станочники	1
Электрогазосварщики	1
Прочие (разметчики, контролеры и т.д)	1
Вспомогательные рабочие	1
ИТР	1
Счетно – нормировочный	1
МПО	1
Итого	16

3.4 Расчет станочного оборудования

Количество станков определяют по формуле:

$$N_{cm} = \frac{\delta \cdot \alpha \cdot T_H}{m \cdot D \cdot k_u}$$

где $\delta = 0,3 \dots 0,35$ – коэффициент станочных работ; m – число смен работы станков в сутки, обычно $m = 2$; $D = 2040$ часов – годовой фонд рабочего времени одного станка; $k_u = 0,6 \dots 0,65$ – коэффициент использования станков в течение смены

$$N_{cm} = \frac{0,35 \cdot 1,7 \cdot 9456}{2 \cdot 2040 \cdot 0,62} = 2,29 = 3$$

В связи с производственной необходимостью принимаем 4 станка, которые распределяются следующим образом (таблица 3.5)

Тогда плановое распределение станков будет составлять:

Таблица 3.5 – Количество станков, шт.

Тип станка	Марка	Количество
Зубофрезерный	53A20	1
Токарно – винторезный	1K62	1
Вертикально – сверлильный	2A – 135	1
Горизонтально – расточной	262 Г	1
Итого		4

3.5 Проектирование ремонтной базы

Расчет производственных площадей

Расчет производственных площадей в зависимости от типа ремонтного предприятия, объема ремонтных работ проводят по:

- рассчитанному станочному оборудованию;
- по количеству производственных рабочих и по площади пола,

занятой оборудованием.

По рассчитанному станочному оборудованию производственные площади механического отделения (цеха) определяют в зависимости от удельных площадей, м²

$$F = \sum N_{Cm} \cdot f_o$$

$$F = 40 \cdot 1 + 12 \cdot 1 + 25 \cdot 1 + 37 \cdot 1 = 114 \text{ м}^2$$

где F - площадь производственных помещений, м²; N_{Cmi} – количество оборудование определенного типа; n - количество станков i -го типа; f_o - удельная площадь, приходящаяся на единицу оборудования, м².

Таблица 3.6 - площади производственных цехов и отделений

Цех или отделение	F, М ²
Участок разборки оборудования	20
Отделение мойки деталей	20
Отделение сортировки	15
Испытательное отделение	25
Отделение ремонта комплексных деталей и рам	20
Цех сборки машин и агрегатов	20
Молярное отделение	40
Кузнечно – пресовое отделение	24
Термическое отделение	24
Электро – газосварочное	25
Механический цех	214

Общая площадь производственных помещений,

$$F_0 = F_{Mo} + \sum_{i=1}^{12} S_i = 114 + 462 = 576 \text{ м}^2$$

Площадь вспомогательных помещений: инструментальное и заточное отделение, кладовые инструмента и запасных частей, складские помещения и т.д.,

$$F_B = (0,2 \dots 0,25) \cdot F$$

$$F_B = 0,25 \cdot 576 = 115,2 \text{ м}^2$$

Площадь административных помещений,

$$F_a = 0,06 \cdot F$$

$$F_a = 0,06 \cdot 576 = 34,56 \text{ м}^2$$

Площадь бытовых помещений,

$$F_6 = 0,15 \cdot F$$

$$F_6 = 0,15 \cdot 576 = 86,4 \text{ м}^2$$

Окончательно площадь вспомогательных помещений принимаем равной 263 м^2 , площадь административных - 63 м^2 и площадь бытовых помещений - 158 м^2 .

Общая площадь ремонтной базы ,

$$F_{\text{общ}} = F \cdot F_B \cdot F_a \cdot F_6$$

$$F_{\text{общ}} = 576 + 115,2 + 34,56 + 86,4 = 812,16 \text{ м}^2$$

3.6 Выбор схемы ремонтной базы

Схемы, конструкции и размеры производственных машиностроительных зданий унифицированы и регламентируются нормами Госстроя. Эти нормы применяют и для проектирования ремонтных предприятий.

Унифицированные здания предусматривают блочное размещение цехов и отделений предприятия, как правило, в одном многопролетном здании. Такое размещение цехов и отделений значительно снижает стоимость строительства и эксплуатации зданий, улучшает условия

маневрирования при перепланировке производства.

Здания в плане должны быть близкими к квадрату или короткому прямоугольнику. В этом случае при одной и той же площади периметр здания является минимальным.

В соответствии с рассчитанной общей площадью ремонтной базы и площадями цехов и отделений определяют длину и ширину здания таким образом, чтобы они были кратны шагу колонн.

В связи с производственной необходимостью схема производственного потока ремонта принимается прямоочная, без встречных и перекрестных грузопотоков. Все цеха и отделения ремонтного предприятия делятся на зоны:

1. Зона разборки. В неё входят участки: разборки и мойки оборудования, отделение сортировки, контрольно-сортировочный склад деталей.
2. Зона сборки. В неё входят отделения: комплектовки, испытательное, малярное; цех сборки машин и агрегатов.
3. Зона холодной обработки. В неё входят отделения ремонта электрооборудования и корпусных деталей, механический цех.
4. Зона горячей обработки. В нее входят термическое, гальваническое, штамповочное, кузнечно-прессовое отделения.
5. Зона сварки, в которую входят электрогазосварочное и газо-термическое отделения.
6. Зона вспомогательных цехов и служб: инструментальное и заточное отделения, склады, трансформаторная подстанция и компрессорная станция.
7. Зона движения грузопотоков.
8. Зона административных помещений.
9. Зона бытовых помещений. Зоны 8 и 9 располагаются на верхних этажах в торцевой (или продольной) части здания.

Определение параметров пролёта зданий ремонтной базы

Основными параметрами пролета здания являются ширина, пролета L , шаг колонн t в направлении продольной оси пролета, сетка колонн $L \times t$, высота до подкрановых путей H_1 , высота, пролета (расстояние от пола, до нижней части, несущих конструкций перекрытия) H , строительная высота H_C

длина пролета S (расстояние между осями крайних колонн, здания в направлении продольной оси пролета).

Высоту до подкрановых путей определяют по формуле

$$H_1 = A_2 + B$$

$$H_1 = 3 + 4 = 7$$

где A_2 - максимальные высоты станков, м;

B - зазор между станками и краном (принимают не менее 4 м);

Высоту пролёта определяют

$$H = H_1 + h$$

$$H = 7 + 3,5 = 10,5$$

где $h \geq 2$ м - расстояние от рельсовых путей до нижней части фермы.

Строительную высоту, м, находят по формуле

$$H_c = H + a$$

$$H_c = 10,5 + 2 = 12,5$$

где $a = 2$ м - высота фермы.

Длину пролета, м, вычисляют по формуле

$$S = t \cdot n$$

$$S = 6 \cdot 6 = 36 \text{ м},$$

где $n = 6$ - число шагов колонн.

По рассчитанным выше параметрам выбираются унифицированные размеры пролетов. Рисунок 3.1 – План ремонтной базы

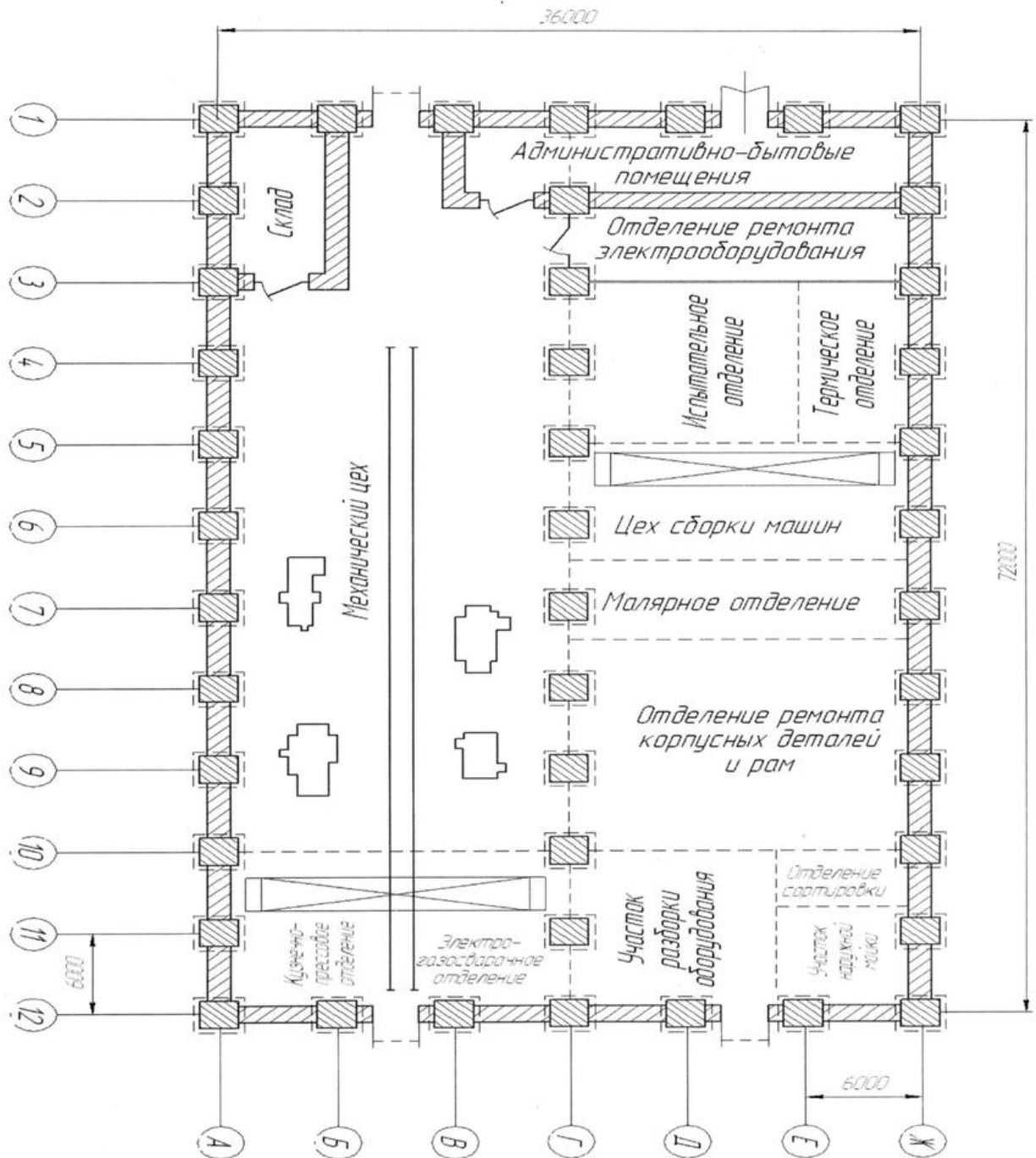


Рисунок 3.1 – План ремонтной базы

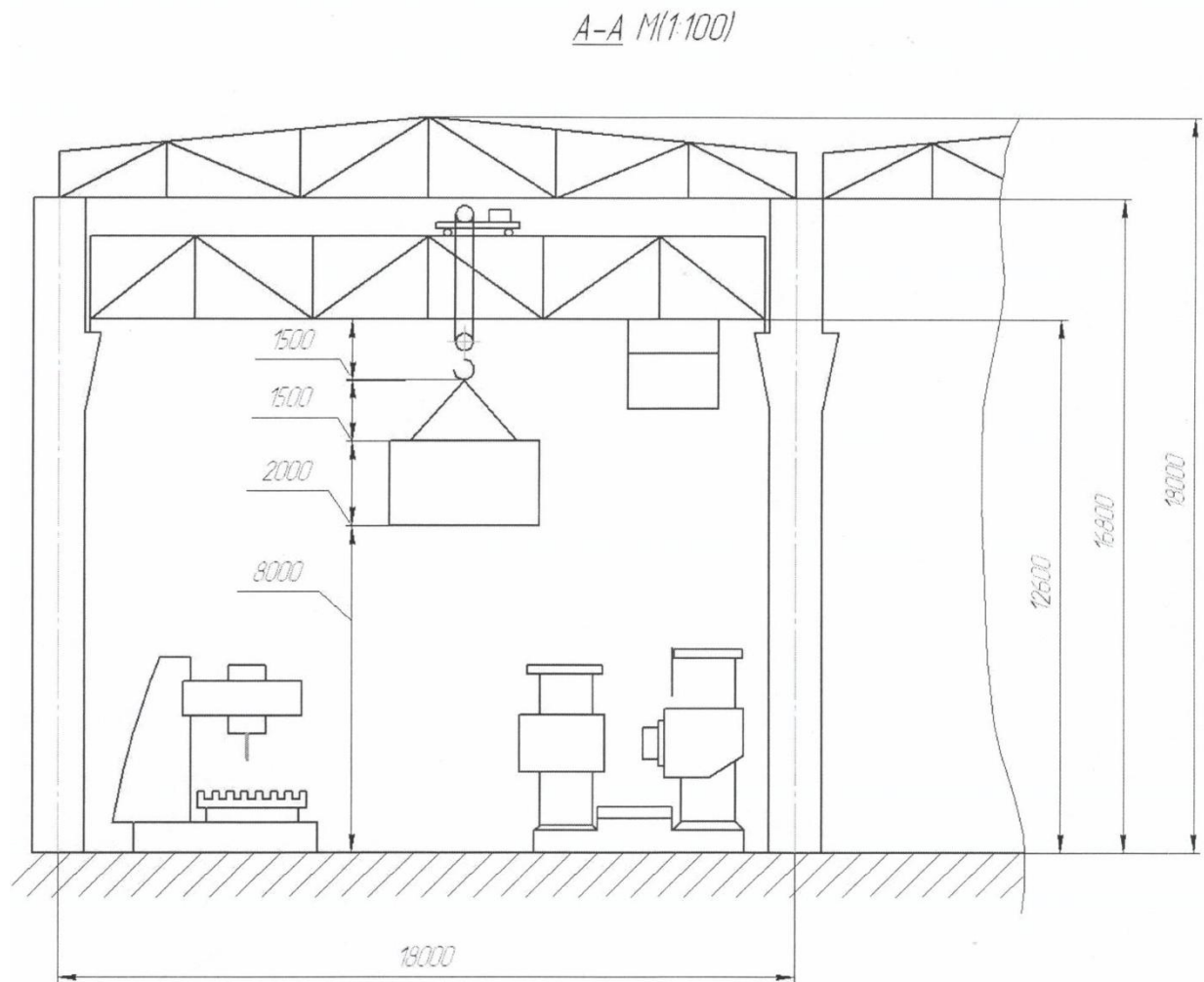


Рисунок 3.2 – План ремонтной базы

3.7 Управление механической службой предприятия

Типовая структура механической службы ОАО «Русал Саяногорск» представлена на рисунке 3.3. Во главе механической службы стоит главный механик завода, который отвечает за безотказную работу, своевременное техническое обслуживание и ремонт всего оборудования завода. За бесперебойное снабжение завода электроэнергией отвечает главный энергетик завода. В подчинении главного механика завода находится главный механик цеха, главный механик автотранспортного цеха, начальник центральных ремонтных мастерских (ЦРМ), главный механик участка механизации; в подчинении главного энергетика завода – главный энергетик

цеха. Они организуют, направляют и контролируют работу подчиненного им персонала

С целью повышения гибкости и оперативности работы механической службы каждый участок эксплуатируемого оборудования – электролизеры, вакуумные ковши, мостовые краны и участок механизации имеет свою ремонтную службу, которая возглавляется старшим механиком. Старший механик электролизного производства является заместителем главного механика цеха.

Функции персонала механической службы предприятия определены должностными инструкциями.

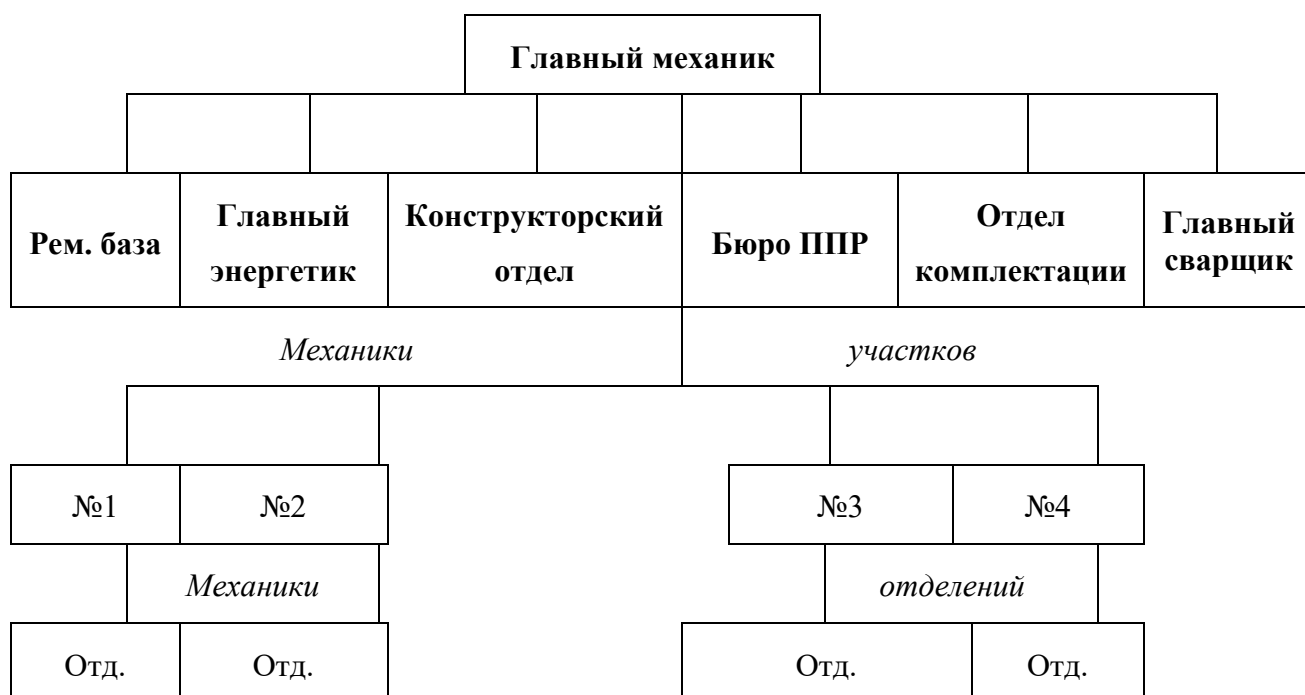


Рисунок 3.3 - Типовая структура механической службы.

4 Специальная часть

Срок службы нормально работающей ванны должен составлять не менее 10 лет (3650 суток). Это, к сожалению, далеко не так. Средний срок службы зависит от конкретных условий эксплуатации, конструкции катодного кожуха и футеровки, качества футеровочных материалов, уровня квалификации работников и понимания ими химических и физических процессов, происходящих в катоде. Поддержание заданных режимов эксплуатации ванны является наиболее важным, так как при их нарушении катодное устройство любой конструкции не может служить долго.

Следует иметь в виду, что скрытые причины разрушения ванны начинают действовать задолго до появления очевидных поломок или прорыва расплава. Причины, которые приводят к выходу ванны из строя, можно условно разделить на следующие:

- разрушения углеродистой части футеровки — подины и бортовой футеровки;
- разрушение катодного кожуха.

По современным представлениям, проникновение натрия в кристаллическую решетку углерода является одной из важнейших причин выхода подины из строя.

4.1 Образование ламеллярных соединений, основные свойства ламеллярных соединений графита.

- Еще сравнительно недавно при изучении поведения углеродных материалов в процессах электрометаллургии учитывали два типа реакций: окислительные, идущие с превращением графитовых материалов в газообразные продукты;
- реакции, идущие с образованием кристаллических материалов с металлами — карбидами.

Не учитывался третий тип реакций — внедрение некоторых атомов или молекул между слоями графита с образованием кристаллических фаз, так как графит и некоторые другие подобные материалы считали инертными веществами. В настоящее время известны сотни различных межслойных соединений углерода, которые внедряются в структуру углерода в виде отдельных атомов и различных соединений. Соединения графита с калием, рубидием и цезием были установлены давно, но отрицалось взаимодействие натрия с угольными материалами. Выполненными под руководством М.Б. Рапопорта, исследованиями установлено, что внедрение парообразного

натрия в межслойные промежутки угольных катодных блоков имеют решающее значение для стойкости подина алюминиевых электролизеров.

В слоистой решетке графита каждый слой — гексагональная сетка атомов углерода. Внутри сеток атом имеет прочную связь с каждым из трех соседних, расположенных на расстоянии $(1,415 \cdot 10^{-10} \text{ м})$ для отрыва отдельного атома из плоской сетки необходимо затратить энергию около 712 Дж на атом углерода. В чистом графите плоскости расположены на расстоянии $(3,35 \cdot 10^{-10} \text{ м})$ и связаны между собой молекулярной связью. Для отрыва одной плоскости от другой необходимо затратить энергию 50—63 Дж на атом углерода.

В обычных для углерода реакциях (окисление, карбидообразование) требуются разрыв прочных ковалентных связей и удаление отдельных атомов, на что расходуется значительное количество энергии. При межслойном внедрении в углеродистую решетку отщепление и удаление отдельных атомов не требуются. Графит (и некоторые другие углеродистые материалы) при определенных и сравнительно легких условиях способен воспринимать атомы, молекулы, ионы в свою решетку, причем структура сеток полностью сохраняется.

У продуктов реакции графита и некоторых углеродистых материалов с внедряющимися веществами сохраняется основной элемент графитовой структуры — слой гексагональных сеток ароматического типа. Но расстояние между слоями атомов углерода, непосредственно связанных с внедрившимся слоем химического соединения, значительно увеличивается. Расстояние между слоями у графита при внедрении атомов и молекул значительно увеличивается и зависит только от их размеров. Так, при внедрении натрия оно возрастает до 4,6, калия — до 5,4, хлорида алюминия — до 9,26 Å. Иными словами, слои раздвигаются настолько, насколько требуется для вмещения в решетку соответствующих реагентов.

Явление возрастания межслойного расстояния служит основной причиной разбухания углеродистого вещества и в ряде случаев полного его разрушения. Ламеллярные соединения представляют собой слоистые решетки, у которых через различное (но определенное) количество слоев углерода располагается слой поглощенного вещества. Для многих межслойных соединений установлена определенная ступенчатость, зависящая от соотношения концентраций углерода и реагента и от условий протекания реакции между ними — прежде всего от температуры.

Как установлено [1], наибольшее влияние на срок службы подина электролизеров оказывают соединения натрия с углеродом. В отработанной футеровке алюминиевых электролизеров обнаружен цианид натрия. Термодинамическая характеристика системы углерод — натрий, в которой

активность натрия в спектрально-чистом графите устанавливалась методом измерения ЭДС; результаты этой работы однозначно подтвердили наличие химических соединений натрия с углеродом.

Слоистые соединения графита с натрием долгое время не удавалось обнаружить, и лишь в 1991 г. [7] получены соединения графита с натрием — $C_{64-68}Na$. С помощью рентгеноструктурного анализа и при исследовании магнитных свойств было обнаружено соединение $C_{64}Na$, получающееся при нагревании металла с порошкообразным графитом при $t = 400\text{ }^{\circ}C$.

Установлено, что в этом кристаллическом соединении каждый восьмой слой расширяется до $(3,35—4,6) \cdot 10^{-10}\text{ м}^2$. В исследованиях М.Б. Рапопорта показано, что по убыванию стойкости при воздействии щелочных металлов, и в частности натрия, угольные материалы располагаются в следующей последовательности: графит, антрацит, литейный, пековый и нефтяной коксы. Эти исследования позволили установить, что деформация графита под воздействием натрия в 6—7 раз слабее, чем у антрацита, и в 20—30 раз — чем у различных коксов. Важным фактором, влияющим на стойкость углеродистой подины, является состав электролита, и в частности содержание NaF в электролите. С повышением содержания фторида натрия в электролите число прослоек углерода между слоями внедрившегося натрия уменьшается, что естественно приводит к усиленному разбуханию подины.

По данным [1], количество выделившегося натрия в зависимости от КО носит следующий характер: Это подтверждает и практика эксплуатации электролизеров которые в основном работают на электролите с $КО = 2,6—2,8$. Температура является вторым основным фактором, влияющим на деформацию углеродистых материалов. Испытания [7] показали, что при снижении температуры с 950 до 850 $^{\circ}C$ деформация резко ускоряется, о чем свидетельствуют следующие данные: Следует обратить внимание, что изменение объема углеродистых образцов от температуры зависит также от вида сырья (рисунок 7.1). Это положение имеет большое практическое значение, так как катодные блоки изготавливаются из различных видов углеродистого сырья, что может способствовать неравномерному разбуханию отдельных частиц и ускорению выхода подины из строя.

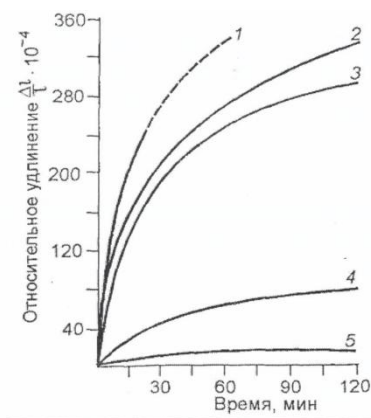


Рисунок 4.1 – Изменение объема углеродистых материалов в парах натрия от температуры

1 – нефтяной кокс, 2 – пековый, 3 – литейный кокс; 4 – термоантрацит; 5 – графит.

Внедрение натрия в верхние слои подины сопровождается их разбуханием с последующим вскрытием центрального шва. Как показали результаты исследования [2], процесс переноса натрия не только носит диффузионный характер, но и происходит, главным образом, под воздействием постоянного электрического поля. Кроме того, в процессе электролиза предельное насыщение натрием катодного угольного блока наступает очень быстро — в течение нескольких часов. При этом в результате электропереноса концентрация натрия в катодном блоке увеличивается.

Установлено, что коэффициенты переноса натрия в углеродистые материалы возрастают с увеличением плотности тока и они на порядок выше коэффициентов диффузии натрия в равновесном состоянии. По мере увеличения времени глубина проникновения натрия в катодный блок увеличивается и уже через 12 ч содержание натрия на глубине 22,5 мм от поверхности блока достигает такой же величины, как на поверхности. При этом концентрация натрия возрастает с увеличением не только времени воздействия, но и плотности тока. Это особенно важно для практики с точки зрения разработки и реализации мер по равномерному распределению тока по подовым блокам. Имеющая место неравномерность распределения тока по отдельным подовым блокам приводит не только к возрастанию потерь энергии в них, но и к неравномерному износу блоков и преждевременному выходу из строя ванны. Проникновение натрия между гексагональными решетками атомов углерода вызывает образование ламеллярных соединений, которые обуславливают разбухание и деформацию подины. При этом развиваются огромные усилия, вызывающие деформацию не только блоков, но и металлических катодных кожухов.

Образование ламеллярных соединений является обратимым процессом. Поэтому практически непрерывное изменение таких параметров процесса, как температура и, особенно, токораспределение по подине, изменяет объем ламеллярных кристаллов, увеличивает образование микротрещин и величину пор. Все это приводит к интенсификации пропитки подины и снижению прочностных свойств углеродистого материала.

В течение эксплуатации катодные блоки в средней части подины поднимаются, а центральный шов раскрывается. Этот процесс способствует образованию новых трещин, но в первую очередь разрушаются межблочные швы, и в образующиеся при этом новые трещины проникают металл и электролит. Алюминий растворяет стальные блюмы, и потому содержание железа в алюминии быстро нарастает, что свидетельствует о начале разрушения подины. Электролит, взаимодействуя с кирпичной кладкой, образует между подушкой и цоколем ванны фторсиликаты, что также приводит к увеличению механических напряжений.

Под воздействием изменений технологических параметров процесса электролиза электролит периодически расплавляется и вновь кристаллизуется, что вызывает напряжения на стенке пор. Если эти напряжения превышают предел механической прочности угольного материала, то в подовых блоках появляются новые трещины. Проникший в поры катодных блоков электролит увеличивает количество трещин в теле материала и в конце концов ускоряет процесс деформации угольной подины и катодного устройства в целом.

4.2 Разрушение подин

В таблице 4.1 приведены наиболее типичные повреждения подин и указаны пути их устранения.

Типы повреждений	Причины возникновения	Пути устранения
Выгибание подины вверх	Вспучивание под действием Na и давления со стороны настелей	Применение полуграфитовых блоков и мягкой изоляции подин
Растрескивание блоков	Выгибание подин	Уменьшение выгибания
Растрескивание межблочных и периферийных швов	Некачественная набойка и усадка подовой массы	Уменьшение ширины швов и минимизация усадки массы
Образование каверн в подинах	Механические разрушения и появление участков с повышенной проводимостью тока	Снижение механического воздействия на подину и степени ее растрескивания
Эрозия подин	Образование карбида алюминия	Снижение скорости циркуляции металла
Расслоение подин	Вспучивание катодов	

Выкрашивание подин. С подины откалываются кусочки и пластинки углерода и попадают в расплав. Это не является причиной конечного разрушения подины, но свидетельствует о низком качестве катодных блоков.

Таблица 4.1 - Наиболее типичные повреждения подин и меры по их устранению

Выкрашивание подины есть следствие проникновения натрия в кристаллическую решетку углерода, вслед за которым туда проникают и другие компоненты расплава. Подовые блоки должны изготавливаться из хорошо прокаленного кокса-наполнителя и проходить обжиг в обжиговых печах при температуре, превышающей эксплуатационную температуру подины. Недостаточная температура обжига подины приводит к усадке блоков и образованию зазоров между подовыми швами. Обычно выкрашивание подины происходит на глубину 20—40 мм и не может быть непосредственной причиной разрушения, однако шероховатость поверхности блоков может стать причиной образования углублений в подине и вызвать прорыв металла через кожух. Износ поверхности блоков составляет обычно 1—2 см/год и в значительной степени определяется циркуляцией расплава в ванне. Поверхность подин подвергается абразивному износу за счет глиноземистого осадка, практически всегда имеющегося на подине. Износ поверхности блоков не может быть непосредственной причиной снижения срока службы ванны.

Образование местных каверн на подине возможно в местах слива металла в результате механического воздействия на блоки. Даже небольшие каверны могут углубляться в результате увеличения плотности тока и образования локальных магнитных полей, приводящих к дополнительной циркуляции металла и возникновению трещин, которые заполняются металлом и ускоряют выход ванны из строя.

Усадка набоечных швов представляет серьезную проблему и часто вызывает разрушение подин. Раньше, приходилось нагревать массу перед набойкой, но в последнее время широкое применение получили холодно-набивные подовые массы (ХНПМ) из-за меньшего выделения вредных веществ. Они обладают достаточной пластичностью при комнатных температурах или при подогреве до 50 °С. Набоечная масса с использованием связующего на основе каменноугольного пека в процессе обжига ведет себя следующим образом: в первый период обжига (до 500 °С) масса остается пластичной и происходит увеличение ее объема вследствие термического расширения. Затем, по мере коксования пека, происходит усадка массы (рисунок 4.2).

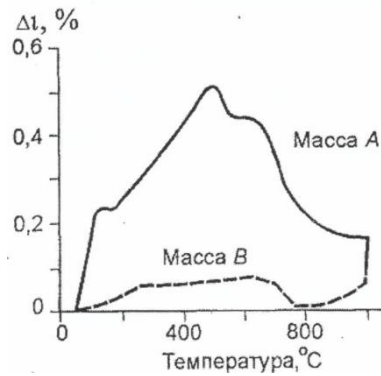


Рисунок 4.1 – Тепловое расширение и усадка двух видов ХНПМ.

Тепловое расширение массы при нагреве до 500°C благотворно влияет на состояние швов, так как происходит заполнение пустот в швах. Однако последующая усадка швов по мере повышения температуры способствует образованию поперечных трещин в швах и отрыву швов от тела блока, при длине периферийного шва, равной 30 м, усадка обожженного шва может достигать 120 мм, а если ширина периферийного шва составит 250 мм, то общая площадь образовавшегося зазора будет 300 см.

Такие неплотности в швах являются основной причиной проникновения расплава в трещины и выхода ванны из строя. На рисунке 4.2 показаны два состава ХНПМ — А и В. Меньшая усадка массы В более предпочтительна. Поэтому настоятельно рекомендуется применять массы с возможно меньшей усадкой в диапазоне температур от 500 до 1000 °C. Это особенно важно для пуска ванн на жидком металле.

4.3 Растрескивание подин

Применение современных составных катодов с узкими швами способствует повышению прочности подин, однако их растрескивание происходит и по другим причинам. На подины в процессе обжига, пуска и эксплуатации действуют различные нагрузки. В процессе обжига внутри катодных блоков возникают напряжения из-за неравномерного их нагрева. Прочность на разрыв катодного блока составляет приблизительно 10 % его прочности на сжатие и поэтому при большом градиенте температур возможны разрушения блока.

На деформацию подовых блоков значительное влияние оказывают запрессованные в них блюмсы, которые могут вызвать напряжения в критических точках футеровки. Влияние химических и термических напряжений в блоках весьма сложно, и далеко не всегда оно может быть учтено. Так, подовые блоки могут выгибаться вверх ("вспучиваться") и прогибаться вниз в зависимости от градиента температуры от рабочей поверхности блока к его основанию. Если нагрев блока идет с высокой

скоростью, то следует ожидать вспучивания подины и, наоборот, при резком нагреве низа блока (например, из-за повышенной силы тока по блюмсу) блок может прогнуться вниз.

При монтаже подины необходимо предусматривать возможность перемещения блока из-за термических расширений, так как коэффициент термического расширения (КТР) блоков больше, чем у стального кожуха, что может вызвать повреждение блоков или кожуха. Установка сжимаемых материалов между торцами блоков и стальным катодным кожухом приводит к уменьшению изгиба. Стальные блюмсы должны скользить в пазах; в противном случае из-за большего значения КТР блюмса блоки могут прогибаться, что вызовет растрескивание блоков по углам паза, увеличит их размеры или выведет блок из строя. Определенное влияние на продолжительность работы ванны оказывает технология заделки блюмса в блок и форма паза блока.

Продолжительность срока службы подины в значительной степени определяется выгибанием блоков вверх за счет напряжений, создаваемых проникновением расплава под блоки и образованием там слоя из Al , Al_4C_3 , фторидов и разрушенной футеровки (рисунок 5.3).

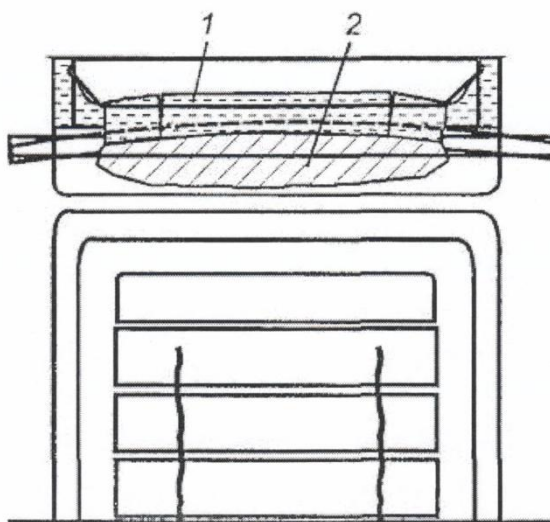


Рисунок 4.2 – Растрескивание подины из-за кристаллизации электролита под блоками.

1 – Сохранившаяся углеродистая футеровка; 2 – смесь Al , Al_4C_3 , фториды и огнеупоры.

4.4 Разрушение бортовой футеровки

Эти технологические нарушения часто зависят от параметров работы ванны, но неудачная конструкция, плохое состояние футеровки могут привести к преждевременному выходу ванны из строя. Конечной фазой этих

нарушений нередко является прорыв расплава через бортовую стенку кожуха. Основные причины этих нарушений:

- окисление воздухом верха и нерабочей стороны бортового блока;
- химическая эрозия из-за образования Al_4C_3 .

Окисление воздухом верха и нерабочей стороны бортового блока. Эти нарушения часто встречаются, и если не принять меры к совершенствованию конструкции фланцевого укрытия верхней части бортового блока, а также не следить за состоянием настыли и гарнисажа в районе границы металл – электролит, то бортовая футеровка выйдет из строя за 1,5 - 2 года. Особенно опасны длительные вспышки, которые приводят к расплавлению застывшего электролита и порыву расплава.

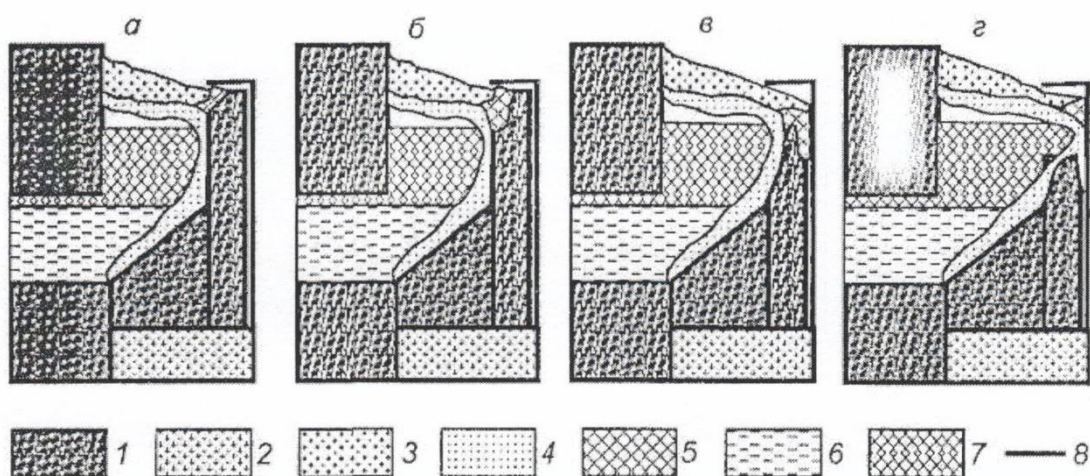


Рисунок 4.4 - Схема износа бортовой футеровки (а – г) – стадии разрушения 1 – углерод; 2 – огнеупоры; 3 – глинозем; 4 – настыль, гарнисаж; 5 – рыхлый электролит, глинозем и зола; 6 – алюминий; 7 – жидкий электролит; 8 – кожух.

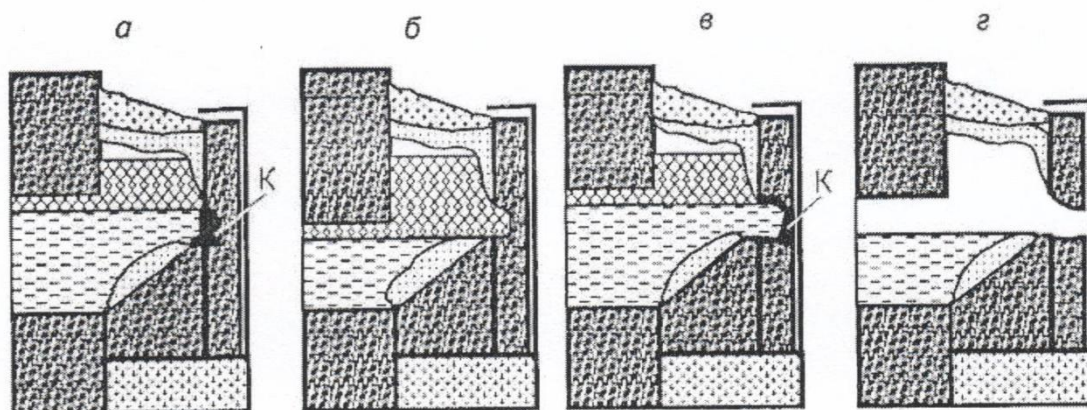


Рисунок 4.5 – Схема эрозии бортовой футеровки в результате образования Al_4C_3 (все обозначения аналогичны приведенным на рисунке 5.4) К – место образования карбида алюминия.

Положение еще более может усугубиться, если нарушена теплоизоляция между бортовым блоком и катодным кожухом, например, вследствие деформации кожуха. Тогда процесс окисления нерабочей поверхности бортового блока значительно ускоряется, и ванна выходит из строя.

Химическая эрозия и образование Al_4C_3 на границе раздела металл — электролит может быть вызвана: мощной теплоизоляцией в этом районе, которая обуславливает повышение температуры и растворение настыли; высокой температурой расплава, которая приводит к тем же результатам; низкой температурой застывания электролита. Надежной защитой бортовой футеровки от эрозии бортовых блоков могут стать только мощная настыль и гарнисаж. Следует учесть, что углерод представляет лишь небольшую часть теплового сопротивления, а основную роль играют настыль и изоляционные материалы, от состояния которых и зависит разрушение бортовой футеровки.

Большое влияние на стойкость бортовой футеровки имеет, и состояние теплоизоляции нижней ее части. Слишком мощная изоляция в этом районе приводит к повышению температуры металла и растворению настыли над периферийным швом, что вызывает окисление периферийного шва и прорыв металла. Плохая заделка отверстий, через которые проходят блюмсы, способствует проникновению воздуха между кожухом и блоками и окислению. При использовании кожухов в повторных кампаниях из-за деформации их продольных сторон может резко возрасти толщина бортовой изоляции, в результате чего настыли разойдутся и возможны прорывы расплава.

4.5 Разрушение катодного кожуха

Как показала практика, срок службы ванны зачастую зависит от состояния катодного кожуха, который в процессе работы испытывает значительные нагрузки. В основном встречаются следующие повреждения катодного кожуха:

- поперечная деформация и расширение верхней части кожуха.

Основными причинами такого повреждения являются проникновения натрия и компонентов расплава в подину, а также нагрузки, вызываемые термическим расширением элементов подины. Единственным средством борьбы с такими повреждениями — упрочнение конструкции катодного кожуха;

- повреждения кожуха в результате прорыва расплава сквозь борт или подину ванны. В этом случае следует определить ремонтпригодность кожуха к повторной кампании. В большинстве случаев такие кожухи отбраковываются;

- образование дефектов в местах сварки (разрывы кожуха, отрыв фланцевого листа и пр.);

– изгибание фланцевого листа, приводящее к отделению бортовой футеровки от кожуха, которое есть следствие поперечных химических и термических усилий. В этом случае необходимо заполнить образовавшийся зазор во избежание окисления бортового блока. Прочность и жесткость катодного кожуха являются решающими факторами устойчивой работы футеровки и ванны в целом. При проектировании кожуха необходимо учитывать следующие три вида нагрузок, действующих на кожух;

– масса катода, включая и массу расплава, которая по мере эксплуатации увеличивается за счет пропитки футеровки;

– термическое расширение футеровочных материалов, распределение которых в кожухе необходимо знать, так же как и тепловые свойства конструкционных материалов, и механизм их взаимодействия в катодном узле;

напряжения, возникающие в результате химических превращений футеровочных материалов и вспучивание углеродистых материалов, изменение их размеров после пропитки с учетом фактического распределения температур катодного узла.

Совместное действие этих напряжений приводит, как правило, к пластической деформации. Типичная черта бывших в употреблении кожухов - тенденция к овальной или к бочкообразной форме, верхняя часть бортовой футеровки отжата наружу, а торцы приподняты.

При проведении ремонта катодных устройств изношенную футеровку заливают водой, которая, вступая во взаимодействие с натрием и карбидом алюминия, разрушает и крошит углерод. Реакция сопровождается сильным вспучиванием подины, и возникающие при этом усилия зачастую больше, чем при эксплуатации ванны. Отсюда ясно, что заливка отработанного катода водой практически всегда приводит к дополнительным деформациям кожуха и нередко к его полному разрушению. Поэтому разрушение изношенной футеровки без применения воды более предпочтительно, но требует специального оборудования и больших затрат труда. Однако такие затраты окупаются за счет увеличения срока службы ванн.

4.6 Нарушения в работе анодов и меры по их предотвращению и ликвидации

При работе анода могут возникнуть следующие отклонения в работе анода, часть из которых схематично показана на рисунке 5.6:

- отстой пека в ЖАМ (жидкая анодная масса);
- снижение слоя ЖАМ ниже нормативного;
- загорание массы в аноде;
- образование пустот и трещин под штырями, в том числе сквозных до

- подошвы анода;
- прорывы пека и массы в электролит через трещины;
- протечи пека и массы из-под анодного кожуха;
- неравномерный рост конуса спекания;
- прилипание жидком анодной массы к анодному кожуху;
- отставание в сгорании отдельных частей анода;
- образование шеек на боковой поверхности анода;
- расслоение и повышенное осыпание анода;
- образование неровностей на подошве анода.

Отстой пека в ЖАМ(жидкая анодная масса), происходит вследствие избытка связующего в анодной массе, нарушения ее гранулометрического состава и других отклонений в процессе производства анодной массы. Для устранения этого явления необходимо выяснить и ликвидировать причину ее возникновения. Во избежание потечей отстоев целесообразно погрузить в анод массу с пониженным содержанием связующего и перемешать слои

ЖАМ.

Пересыхание ЖАМ происходит из-за недостаточного содержания связующего в массе, интенсивного выделения летучих при горячем ходе электролизера, недостаточном уровне ЖАМ в аноде. Для устранения этого нарушения необходимо выявить и устранить основную причину, а с целью недопущения расслоения анода впоследствии целесообразно подгрузить в анод "жирную" анодную массу и тщательно перемешать ЖАМ.

Протечи пека и анодной массы могут иметь место при порывах и неплотности обечайки, которые следует заделать подручными средствами. Необходимо оценить состояние ЖАМ и в случае отстоев пека принять меры по их устранению.

Усиленный рост конуса спекания происходит в результате горячего хода электролизера, повышенного перепада напряжения в аноде, большого числа неподключенных штырей, малого угла и недостаточной глубины забивки штырей. Для устранения этого нарушения необходимо выявить причины и принять меры по их устранению. В этом случае полезно участить загрузку анодной массы меньшими порциями. Образование конусов на подошве анода может происходить из-за: касания подошвы анода с настылью, осадками и со скоплением пены; неравномерного распределения тока по подошве анода; загрузки некачественной анодной массы; плохой продувки анода перед загрузкой массы. Для предотвращения отставания сгорания отдельных частей анода необходимо: обеспечить равномерную работу анода по всему периметру; тщательно соблюдать правила забивки штырей; следить за качеством анодной массы; систематически следить за состоянием МПР, не допуская посадки анода на настыли и осадок; тщательно удалять пыль с поверхности анода перед загрузкой массы.

"Шейки" на боковой поверхности анода образуются в том случае, если боковая поверхность не оплескана электролитом, пленка которого предохраняет анод от окисления; возможными причинами также являются местные перегревы, нарушение качества анодной массы (повышенная осыпаемость). Для устранения этого нарушения необходимо тщательно следить за оплескиванием анода, не допускать на его поверхности потеков пека и массы, а также не допускать повышенного окисления лунок при извлечении штырей.

Повышенное осыпание и расслоение анода наблюдаются при нарушении гранулометрического состава массы, загрузке массы на неподготовленную поверхность анода. Ликвидировать эти нарушения возможно лишь после изучения и устранения причин, их вызвавших.

Сколы углов анода могут иметь место при недостаточном конусе спекания анода и при загрузке массы на неочищенную поверхность. Для предотвращения этих нарушений необходимо не допускать отклонений от требований инструкции по обслуживанию анодов.

Перекосы и оползание анода могут иметь место при несоблюдении шага забивки штырей, зависании анода в раме, проседании его в раме при слабом конусе спекания, прогибании несущих штырей или недостаточном их количестве, нарушении намотки несущего троса на барабан и неправильной форме конуса спекания. Перекос анода может быть ликвидирован путем подтяжки несущего троса, но для этого анод должен быть предварительно подвешен на временные тяги. Если этого сделать не удастся, на ванне поддерживают повышенное МПР и после подгорания анода перетягивают анодную раму.

При оползании анода необходимо срочно увеличить число несущих штырей, предварительно подвесив анод на временные тяги. Для предотвращения подобных нарушений нельзя допускать преждевременной перетяжки, тщательно следить за состоянием конуса спекания.

Загорание массы в аноде иногда возникает при извлечении перегретого штыря из анода, если вокруг него имеется отстой пека. Для предотвращения такого нарушения необходимо усреднять массу перед перестановкой штыря.

Образование трещин и пустот под анодом может происходить при перестановке штырей в процессе их раскручивания, плохой очистке поверхности анода перед загрузкой анодной массы. Сквозные отверстия могут образоваться в результате выпадения "пробок" вторичного анода и образования пустот перед установкой штырей. В случае появления выделений газа при раскручивании штыря его следует приподнять на 400—600 мм, но полностью не извлекать из анода. По прошествии 15—20 с, если выделение газа не прекратилось, штырь следует попытаться установить на прежнее место.

Через 1—2 суток штырь вновь раскручивают, но до этого массу вокруг штыря замораживают брикетами анодной массы. При образовании сквозного отверстия, что можно определить только после извлечения штыря, в него

устанавливают заранее сформированную пробку высотой 25—30 см из тощей анодной массы, полностью заполняют отверстие массой, а штырь устанавливают на это место через 1 – 2 сутки на конус спекания.

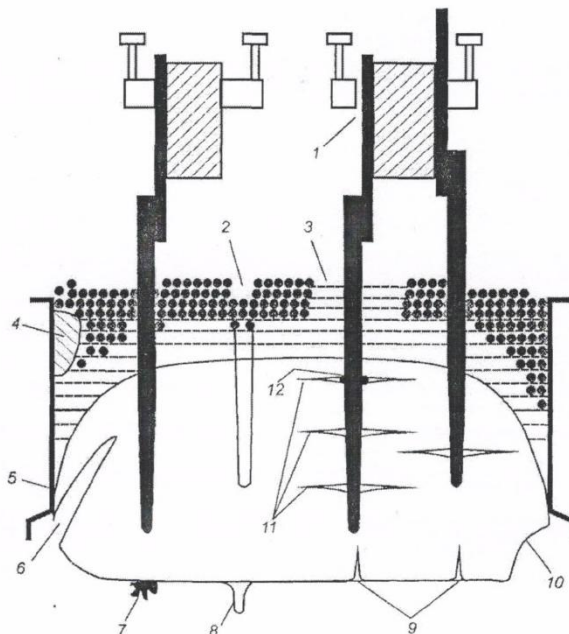


Рисунок 4.6 – Отклонение от нормальной работы анодов

1 – ослабление контакта штыря с анодной рамой; 2 – закупоривание анодной массой подштыревого отверстия; 3 – перегрев анода; 4 – припекание массы к анодному кожуху; 5 – припекание анода к анодному кожуху; 6 – каверны в аноде, иногда достигающие до штыря; 7 – протекание массы на подошву через подштыревое отверстие; 8 – конус на подошве анода; 9 – углубления в аноде из-за интенсивного окисления вторичного анода; 10 – шейки на боковой поверхности анода; 11 – горизонтальные трещины в теле анода; 12 – неровности на поверхности штырей.

Прорывы пека и массы в электролит происходят через неплотности в аноде, при подъеме анодного кожуха, слабом конусе в торцах, в местах образования шеек. Необходимо установить причину прорывов пека и массы и принять меры к ее устранению. Прорывы пека и массы из-под анодного кожуха случаются при перетяжке анодного кожуха или при низком уровне конуса спекания, особенно в углах анода. Прилипание ЖАМ к анодному кожуху происходит из-за недостаточного утепления верхней части кожуха. Для устранения этого нарушения следует срубить нарост и принять меры к утеплению верхней части анодного кожуха.

4.7 Нарушения технологии и меры по их устранению

В процессе эксплуатации в электролизерах возникают различные нарушения технологического режима, происходят износ и разрушение отдельных конструктивных элементов и узлов. Наиболее часто встречающиеся случаи износа и разрушения конструктивных элементов ванны, особенно ее подины.

Технологические же нарушения можно разделить на:

- связанные с изменением теплового режима ванны;
- вызванные изменением состава электролита;

Горячий ход электролизера возникает тогда, когда приход тепла в ванну превышает ее расход, что характеризуется повышенной температурой электролита (выше 965 °С). Это технологическое нарушение может быть следствием многих причин — повышенной силы тока, возросшего электросопротивления отдельных токоведущих узлов электролизера (анода, подины, электролита). Горячий ход ванны может возникнуть и в результате интенсивного протекания обратной реакции окисления алюминия, во время которой выделяется большое количество тепла. Причинами этого могут быть заниженное значение МПР (меж полюсного расстояния) и малый уровень электролита, резкий перекоп и повышенная циркуляция металла в ванне, неровности на подошве анода.

Горячий ход ванны может быть следствием "зажатия" ванны, вызываемого замыканием части анода на металл непосредственно или через куски анода или скопившуюся в МПР пену, в результате чего возрастает интенсивность обратных реакций и наступает перегрев ванны.

Внешними признаками горячего хода являются: желтые вялые огни, выбивающиеся из-под корки; слабое бурление электролита — электролит "плывет" из-под анода и парит; тусклые и редкие вспышки; светлый, ближе к оранжевому цвет электролита. Повышенная или пониженная сила тока редко бывает причиной нарушения теплового режима ванны, так как она практически не изменяется в процессе работы. Однако следует обратить внимание персонала КПП на необходимость внеочередной проверки точности работы приборов учета электроэнергии — вольтметров, амперметров и счетчиков энергии.

Обычно горячий ход ванн является следствием нарушения тех или иных технологических параметров ванны.

Завышенное значение МПР приводит к повышению греющего напряжения и температуры расплава. Для устранения такого нарушения следует уменьшить МПР, что можно выполнить двумя способами — увеличением уровня металла или опусканием анода. Желательно сначала

выполнить первую операцию, загрузив твердый алюминий, что понизит температуру расплава. После охлаждения электролита и усиления его бурления следует постепенно снижать МПР, не допуская уменьшения бурления электролита.

При "зажатии" ванны необходимо поднять анод до устойчивого напряжения, очистить МПР от кусков анода и пены, а затем постепенно снижать напряжение на ванне. Значительно больше времени требуется для ликвидации горячего хода ванны при нарушениях в анодном узле увеличение минимального расстояния от конца штыря до подошвы анода; нарушение расстановки штырей и связанное с этим нарушение распределения тока по аноду; возникновение шеек на боковой поверхности анода и пр.

Увеличение сопротивления подины возникает в результате ее загрязнения глиноземистыми осадками и чрезмерного зарастания подовыми настывами и "коржами". К горячему ходу ванны приводит увеличение падения напряжения в подине не менее чем на 300—400 мВ. Для устранения этого нарушения нужно охладить подину путем загрузки твердого алюминия и затем постепенно очистить подину от коржей и осадка, поддерживая при этом повышенный уровень электролита.

Работа электролизера "в борт" обычно наблюдается тогда, когда значительная часть тока проходит не через металл и подину, а через электролит и бортовые блоки, которые могут быть обнажены из-за отсутствия гарнисажей в результате горячего хода ванны. Работа электролизера «в бок» приводит к разрушению бортовой футеровки и преждевременному выходу ванны из строя. Это нарушение имеет место при наличии больших сплошных осадков на подине. Поэтому его устранение начинается с подтягивания осадка к бортам для образования гарнисажа, а полное устранение нарушения наступает после устранения горячего хода ванны.

Прорывы расплава через бортовую футеровку часто являются следствием горячего хода и работы ванны в борта, в процессе которых расплавляются гарнисажи и постепенно разрушается футеровка. Наличие же осадка на подине усугубляет последствия такого нарушения, поскольку значительная часть тока вынуждена идти через бортовую футеровку. Разрушение футеровки на ванне без днища приводит к прорыву расплава между кожухом и бортовой футеровкой, а на ванне с днищем — через конструктивные отверстия в кожухе (места прохода блюмсов) или через отверстия в кожухе, которые образуются в результате воздействия расплава на него. Прорыв расплава может вызвать разрыв серии и возникновение электрической дуги, наносящей большие разрушения ванне. Кроме того, вытекающий расплав может попасть на ошиновку и расплавить ее, что вызовет длительное отключение серии, необходимое для шунтирования ванны переносным комплектом ошиновки.

Для ликвидации прорыва необходимо немедленно приступить к опусканию анода и забивке места прорыва обратным электролитом в смеси

с глиноземом и фторидом кальция. Если удалось остановить течь, то ремонт бортовой футеровки проводят без отключения ванны. Для этого пространство борт — анод забивают обратным электролитом и замораживают его, а затем снимают фланцевый лист, закрывающий бортовую футеровку сверху, извлекают застывший расплав и возникшую полость набивают подовой массой. Эта масса, постепенно коксуясь, образует достаточно надежную бортовую футеровку.

Холодный ход возникает при временном превышении расхода тепла над его приходом, которое может продолжаться длительное время. Признаками холодного хода являются: пониженная (ниже 965 °С)

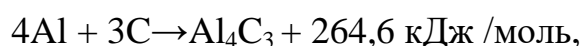
температура расплава; резкое снижение уровня электролита и увеличение уровня металла; потемнение цвета электролита (до темно-вишневого) и повышение его вязкости; очень яркие (более 40 В) и частые вспышки; твердая, особенно в углах, электролитная корка. При этом полезно проверить показания вольтметра, установленного на ванне, с показанием аналогичного прибора на АСУТП.

Если холодный ход ванны не запущен, то его легко ликвидировать путем увеличения МПР и заливки горячего электролита. При длительном холодном ходе ванны на подине возникают осадки и "коржи", увеличиваются подовые настывы, в редких случаях это приводит к выравниванию плотностей металла и электролита, их смешиванию и всплытию металла. При этом возможны замыкания анода с металлом и выбросы его из ванны. Ликвидация таких нарушений требует большего времени и повышенных трудозатрат — необходима заливка горячего электролита, снижение уровня металла, повышение МПР, снижение частоты обработок, утепление корки электролита.

Наиболее характерные технологические нарушения, связанные с изменениями состава электролита. Науглероживание электролита. За счет осыпания анода и образования пены в электролите всегда присутствует углерод в количестве около 0,1 % [7]. Основная часть углерода всплывает на поверхность электролита и сгорает либо снимается персоналом. Однако при резком увеличении или снижении КО (криолитового отношения) и при повышении температуры электролита выделение пены из него может уменьшиться. Это вызовет повышение содержания углерода в электролите до 1 %, что увеличит электросопротивление электролита и приведет к возрастанию напряжения и температуры.

Для устранения науглероживания электролита необходимо проверить и откорректировать состав электролита, уровни металла и электролита, уменьшить загрузку глинозема и вызвать повышенную частоту вспышек, при которой пена отделяется лучше. Ванна с запененным электролитом вспыхивает тускло, поэтому при вспышке надо поднять напряжение и подогреть ванну, а затем тщательно очистить электролит от пены и охладить расплав холодным металлом. Обычно после проведения указанных операций ванна начинает работать нормально. Однако если своевременно не

ликвидировать горячий ход электролизера с науглероженным электролитом, то может начаться процесс карбидообразования. Карбидообразованию способствует высокая температура, повышенное КО и местные перегревы, поэтому такие технологические нарушения — явление очень редкое и случается, как правило, на пусковых электролизерах, особенно при некачественных угольных блоках, прорывах массы в электролите и пр. Поскольку процесс образования карбида алюминия идет с выделением большого количества тепла по реакции



электролит сильно разогревается (более 1000 °С) и образуются "грибы" - кашеобразная настывль, состоящая из смеси угольной пены, глинозема и электролита. Характерный признак появления карбида — внешний вид электролита, который имеет беловатый оттенок, не бурлит, а "плывет" струей на перегретых участках из-под анода и интенсивно испаряется. Огни становятся желтыми, напряжение на ванне возрастает до 8— 10 В, а электролитная корка не образуется.

Для ликвидации накарбиживания электролита необходимо устранить причину местного перегрева ("зажатие" ванны, конус на подошве анода, перекос анода и др.). Затем постепенно поднимают анод и осторожно, не перемешивая расплава ванны, скребком удаляют из-под анода загустевший ("грибной") электролит, после чего удаляют жидкую часть некарбиженного электролита и заменяют его свежим из другой, нормально работающей ванны. Если эти меры не помогут, следует слить часть электролита, посадить анод на металл, зашунтировать ванну. Затем удалить весь грибной электролит, расчистить подошву анода и подину и вновь пустить ванну на электролиз.

"Негаснущая вспышка". Обычно анодный эффект удается легко устранить после загрузки очередной порции глинозема. Однако иногда вспышку не удается устранить в течение нескольких часов и такой затяжной анодный эффект называют "негаснущей вспышкой". Такие вспышки возникают на ваннах с расстроенным ходом, неправильной формой рабочего пространства, малым уровнем электролита, низким КО, высоким содержанием добавок и пр. Негаснущими чаще всего становятся мигающие или тусклые вспышки, во время которых наблюдается интенсивная циркуляция металла. Природа негаснущих вспышек до конца не ясна, но обычно они возникают при залипании анода глиноземистым осадком, что вызывает скачок напряжения на участке анод — электролит. Гасить такую вспышку загрузкой очередной порции глинозема нельзя, так как его концентрация превышает нормальную, а загрузка глинозема только усугубит положение.

Для ликвидации негаснущей вспышки необходимо прежде всего устранить контакт анода с осадком путем переплавки твердого металла и

подъема МПР с постепенным выведением ванны на ясную вспышку. Выход ванны на нормальный ход можно ускорить осторожной расчисткой подошвы анода, забивкой мест интенсивной циркуляции металла обратным электролитом.

Если указанные меры не приведут к ликвидации вспышки, ванну следует отключить и провести ее повторный пуск.

4.8 Экономическая выгода

Целью данной части является составление сметы затрат на капитальный ремонт электролизера. К основным технологическим операциям капитального ремонта относят ремонт катодного устройства с заменой или ремонтом кожуха и его футеровки, транспортировка катодного устройства в корпус электролизера и установка его на фундамент.

Расчет материальных затрат

– кирпич глиняный

общая площадь кладки $S_{об} = 40\text{ м}^2$

площадь кирпича $S_k = 0,03\text{ м}^2$

необходимое количество кирпича $40/0,03 = 1333$ шт

стоимость 1 шт = 37 руб. $S_k = 37 \times 1333 = 49321$ руб.

– кирпич шамотный

общая площадь кладки $S_{об} = 117\text{ м}^2$

площадь кирпича $S_k = 0,026\text{ м}^2$

необходимое количество кирпича $117/0,026 = 4500$ шт стоимость

1 шт = 60 руб. $S_k = 60 \times 4500 = 270000$ руб.

– чугун СЧ28

По технологическому процессу ремонта электролизеров требуется от 1,5 до 2 тонн чугуна для заливки угольных блоков принимаем 1,8 т.

стоимость 1т = 50000 руб. $S_{ч} = 50000 \times 1,8 = 90000$ руб.

– масса подовая коксовая

определяем необходимое количество

$6,12 \cdot 3,22 \cdot 0,05 = 1\text{ м}^3 = 80000$ руб.

$S_{ч} = 80000$ руб.

– сварочная проволока

В среднем на сварку металлоконструкций электролизеров уходит около 100м стальной проволоки $1\text{ м} = 60$ руб. $60 \cdot 100 = 6000$ руб.

– Для укладки подушки на кирпич требуется 100л (150 кг) жидкого стекла и 2т бетона

Стоимость 1 кг жидкого стекла 84р $S_c = 150 \cdot 84 = 12600$ руб.

Стоимость 1т бетона 20000 руб $S_б = 40000$ руб.

Общая стоимость жидкого стекла и бетона $C_c = 12600 + 40000 = 52600$ руб.

– блоки угольные подовые

Размер угольного блока $0,64 \text{ м}^2$ требуется заложить 16 м^2 в 4 ряда

Количество штук необходимо для закладки 1 слоя $16/0,64 = 25$ шт

Для 4 рядов $4 \cdot 25 = 100$ шт

Стоимость 1 блока 800 руб. $800 \cdot 100 = 80000$ руб.

Электроэнергия общая мощность электроприемников 2632 кВт

Коэффициент учитывающий оборудование по:

Времени = 0,85

мощности = 0,8

$C_e = 2632 \cdot 0,85 \cdot 0,8 = 2500$ руб.

Общая стоимость материалов $C = 630421$ руб.

Рассчитывается непрерывное производство, четырех бригадный график, 12 часовая смена. График сменности непрерывного производства при длительности смены 12 часов показан в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – График сменности

Бригада	Числа месяца																																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31							
А	1	1	x	x	2	2	x	x	1	1	x	x	2	2	x	x	1	1	x	x	2	2	x	x	1	1	x	x	2	2	x	x	1	1	x	x	2	2
Б	x	x	1	1	x	x	2	2	x	x	1	1	x	x	2	2	x	x	1	1	x	x	2	2	x	x	1	1	x	x	2	2	x	x	1	1	x	x
В	2	2	x	x	1	1	x	x	2	2	x	x	1	1	x	x	2	2	x	x	1	1	x	x	2	2	x	x	1	1	x	x	2	2	x	x	1	1
Г	x	x	2	2	x	x	1	1	x	x	2	2	x	x	1	1	x	x	2	2	x	x	1	1	x	x	2	2	x	x	1	1	x	x	2	2	x	x

Плановый баланс рабочего времени приведен в таблице 4.3

Показатели	Непрерывное производство 12 часов рабочий день
Календарный фонд времени	365
Выходные и не рабочие дни согласно графику сменности	183
Номинальный фонд рабочего времени	182
Невыходы по причинам	37
отпуск	31
болезни	5
выполнение гос.обязанностей	1
Эффективный годовой фонд рабочего времени	145
Коэффициент перехода от штатной численности к списочной	1,3

Расчет численности работающих приведен в таблице 4.4

Таблица 4.4 – Расчет численности работающих

Профессия	разряд	Норма численности	Количество оборудования	Численность явочная		Штат	К _{сс}	Списочная численность
				смен	сут			
Токарь	5	0,6	7	4	8	13	1,3	17
Сварщик	6	0,7	4	3	6	9	1,3	12
Резчик	4	0,6	1	1	2	2	1,3	3
Оператор	6	0,8	3	2	4	8	1,3	11
Футеровщик	6	1	-	6	12	14	1,3	19
Слесарь	5	1	-	1	2	3	1,3	4
Крановщик	5	0,3	5	2	4	8	1,3	11
Монтажник	5	1	-	1	2	3	1,3	4
Итого								81

Таблица 4.5 – Расчет годового фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих

Профессия	число рабочих, чел.	Час. тарифная ставка, руб.	Эффективный фонд рабочего времени, час	Основная заработная плата тыс. руб				Итого основная заработная плата, руб.	С учетом районного коэффициента, руб.	Доп. Зар. Пл. тыс. руб.		итого доп. зар.пл.	Всего годового фонда з.п. руб.
				Оплата по тарифу	Премии	Ночное время	Праздничные дни			Оплата отпусков	Гособязанности		
Вспомогательные рабочие													
Токарь	17	52	1740	1538160	461448	204375,3	46144,8	2250126,1	2925166,5	585033,3	20476,2	605509,5	3530675,9
Сварщик	12	52	1740	1085760	325728	144406,1	32572,8	1588466,9	2065006,9	413001,4	14455,1	427456,5	2492463,4
Резчик	3	44	1740	229680	68904	30547,4	6890,4	336021,8	436828,3	87365,7	3057,8	90423,5	527251,8
Операторы машин	11	44	1740	842160	252648	112007,3	25264,8	1232080	1601704,1	320340,8	11211,9	331552,7	1933256,8
Фрутеровщик	19	55	1740	1818300	545490	241833,9	54549	2170172,9	3821224,8	564244,9	19748,6	583993,6	4405218,4
Слесарь-механик	4	41	1740	285360	85508	37952,9	8560,8	417481,7	542726,2	108545,2	3799,1	112344,3	655070,5
Крановщик	11	44	1740	842160	252648	112007,3	25264,8	1232080	1601704,1	320340,8	11211,9	331552,7	1933256,8
Монтажник	4	41	1740	285360	85508	37952,9	8560,8	417481,7	542726,2	108545,2	3799,1	112344,3	655070,5
Всего	81												16132264

Таблица 4.6 – Фонд заработной платы руководителей, специалистов, служащих.

Должность	Численность, чел.	Оклад в месяц, руб./мес.	Оклад в месяц с учетом районного коэффициента, руб./год	Годовой фонд заработной платы с учетом районного коэффициента, руб./год
Руководители				
Начальник цеха	1	30000	39000	468000
Старший мастер	1	20000	26000	312000
Мастер смены	1	17000	22100	265200
Итого	3			1045200
Специалисты				
Технолог	1	11000	14300	171600
Итого	1			171600
Служащие				
Секретарь	1	9000	11700	140400
Итого	1			140400
МОП				
Уборщик	1	7000	9100	109200
Итого	1			
Всего	6			1357200

Сводная форма по труду и зарплате приведена в таблице 4.7

Таблица 4.7 – Сводная форма по труду и зарплате

Категория	Количество, чел.	Годовой фонд заработной платы, руб.	Среднемесячная заработная плата, руб.
Рабочие:			
вспомогательные	81	16132261	16596,9
Руководители	3	1045200	29033,3
Специалисты	1	171600	14300
Служащие	1	140400	11700
МОП	1	109200	9100
Всего:	87	17598664	80730,2

Годовой фонд заработной платы 17598664 руб.

Расчет амортизационных отчислений представлен в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Расчет амортизационных отчислений, руб.

Наименование оборудования	Количество	Стоимость с учётом монтажных и транспортных работ, руб.	Амортизационные отчисления	
			Норма %	Сумма, руб.
Мостовой кран	5	7700000	10	770000
Машина стыковая сварочная	1	1330000	12	159600
Машина для накатки подушки	1	1980000	12	237600
Печь для плавки чугуна	1	990000	10	99000
Ножницы кривошипные	1	680000	12	81600
Станки	7	530000	15	519750
Машина для футеровки	1	1100000	12	132000
Неучтенное оборудование 17 %		2500000	12	300000
Итого:	17			2167550

Смета затрат на капитальный ремонт электролизера представлена в таблице 4.9

Таблица 4.9 – Смета затрат

Элементы затрат	На 1 электролизер, руб.
Сырье, основные материалы	973009
Расходы на оплату труда	498628,8
Амортизационные отчисления	61413,9
Прочие затраты	70000
Итого	1603051,7

При качественном ремонте срок службы электролизной ванны увеличивается с 2 лет до 2,5 года.

Производительность алюминиевого электролизера серии С-280 составляет:

$$P=0,335I \cdot \eta_T \cdot 24$$

Где η_T - выход по току составляет $\eta_T = 85\%$, I- сила тока I= 280 кА

Тогда производительность в сутки составит

$$P=0,335 \cdot 280 \cdot 0,85 \cdot 24=1,913\text{т}$$

Средний простой электролизной ванны в ремонте 15 суток. Стоимость 1т алюминия составляет 91968 руб.

Т.к. срок службы при качественном ремонте продляется с 2 лет до 2,5 лет, мы получим экономическую прибыль

$$C= 15 \times 91968 \times 1,913=2639021,7 \text{ руб.}$$

5 Безопасность жизнедеятельности

В алюминиевой промышленности, как и в других отраслях народного хозяйства нашей страны, уделяется большое внимание улучшению условий труда и охране здоровья трудящихся. Совершенствование техники, технологии электролиза алюминия и конструкции электролизеров, внедрение средств механизации при капитальном ремонте электролизеров — все это позволило значительно облегчить и обезопасить труд рабочих-ремонтников. В результате строительства на новых заводах цехов капитального ремонта электролизеров, т.е. индустриализации ремонта, стало возможным применение новых высокопроизводительных машин, а следовательно, проведение ремонта электролизеров в лучших условиях, чем в корпусе, на месте их установки.

Однако ряд специфических условий алюминиевого производства — наличие высоких электрических потенциалов, присутствие в атмосфере выделяющихся в процессе электролиза вредных веществ — все это предъявляет повышенные требования к соблюдению обслуживающим персоналом правил безопасности труда. Эти требования изложены в специальных правилах и инструкциях по безопасности труда, которые должен знать и соблюдать каждый работающий на алюминиевом заводе. Остановимся на основных правилах техники безопасности при капитальном ремонте электролизеров.

При проведении капитального ремонта следует руководствоваться правилами и рекомендациями, изложенными в следующих документах: типовая инструкция по монтажу и капитальному ремонту электролизеров, техника безопасности в строительстве; правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, правила техники безопасности электроустановок потребителей; Положения о применении нарядов-допусков при производстве работ в условиях повышенной опасности на предприятиях цветной металлургии, ведомственная инструкция ремонтной организации с учетом требований "Правил безопасности при производстве алюминия.

Капитальный ремонт электролизеров разрешается выполнять только при наличии проекта производства работ или технологической карты. Лица, не достигшие 18-летнего возраста, не допускаются к работе по капитальному ремонту электролизеров. Лица, направляемые для выполнения ремонта электролизеров, подлежат медицинскому освидетельствованию, а постоянно занимающиеся ремонтными работами — периодическим медосмотрам. Кроме того, они должны пройти вводный инструктаж и инструктаж на рабочем месте. Рабочие должны сдать экзамен по безопасности труда при эксплуатации электроустановок потребителей в объеме требований II квалификационной группы, а руководители работ (мастера, прорабы, начальники участков) — в объеме III квалификационной группы и экзамен по безопасности труда при производстве алюминия. Рабочие также проходят один раз в квартал повторный инструктаж и один раз в год проверку знаний

по безопасности труда и правил при эксплуатации электроустановок потребителей.

На основании инструкций и правил, указанных выше, разрабатываются и утверждаются главным инженером ремонтного управления инструкции по безопасности труда по всем ремонтным профессиям; эти инструкции выдаются всем рабочим под расписку.

Администрация обязана обеспечить всех рабочих и служащих спецодеждой, спецобувью и предохранительными приспособлениями в соответствии с типовыми отраслевыми нормами бесплатной выдачи спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений. Запрещается допускать к работе лиц без соответствующих спецодежды, спецобуви и предохранительных приспособлений, а также при нарушении правил их ношения. Порядок выдачи, хранения и пользования спецодеждой, спецобувью и предохранительными приспособлениями, а также стирка, химчистка и ремонт их должны осуществляться в соответствии с требованиями инструкции.

Анализ опасных и вредных производственных факторов сведены в таблицу 6

Большую опасность для работающих в цехе представляют движущиеся части машин, транспорт подъемно - транспортное оборудование. Из представленной выше таблицы видно, что уровень шума от технологического оборудования превышает предельно установленные нормы.

Таблица 6 – Анализ опасных и вредных производственных факторов

Рабочее место или операция процесса	Наименование оборудования	Вредные факторы	Ед. измерения	Величина фактора	Норматив ГОСТ
Ремонтный участок	Машина сварочная стыковая, машина для футеровки, машина для накатки подушки, машина для разрушения подин	Производственный шум	дБА	89	ГОСТ 12.1.003-99
Вспомогательные службы	Печь индукционна, кривошипные ножницы, станки, краны			92	80
Ремонтный участок	Машина сварочная стыковая, машина для футеровки, машина для накатки подушки, машина для разрушения подин	Вибрация	дБ	68	ГОСТ 12.1.012-96
Вспомогательные службы	Печь индукционна, кривошипные ножницы, станки, краны			70	92
Ремонтный участок	Машина сварочная стыковая, машина для футеровки, машина для накатки подушки, машина для разрушения подин	Загазованность рабочей среды	мг/м ³	0,86-1,6	ГОСТ 12.1.005-01
Вспомогательные службы	Печь индукционна, кривошипные ножницы, станки, краны			0,5	5.0
Ремонтный участок	Машина сварочная стыковая, машина для футеровки, машина для накатки подушки, машина для разрушения подин	Относительная влажность	%	60-65	ГОСТ 12.1.005-01
Вспомогательные службы	Печь индукционна, кривошипные ножницы, станки, краны			45	40-60
Ремонтный участок	Машина сварочная стыковая, машина для футеровки, машина для накатки подушки, машина для разрушения подин	Запыленность воздушной среды	мг/м ³	2,36-3	ГОСТ 12.1.005-01
Вспомогательные службы	Печь индукционна, кривошипные ножницы, станки, краны			1,3-3	6.0

Технологическое оборудование размещено с учетом прямооточности технологических процессов, что обеспечивает наиболее короткие грузопотоки. Грузопоток в цехе осуществляется с помощью мостового крана и передаточной тележки.

5.1 Общие правила техники безопасности при капитальном ремонте электролизеров

Рабочее место при капитальном ремонте должно быть ограждено (в зависимости от условий работы): инвентарными переносными ограждениями, деревянными щитами высотой 1100 мм или натянутыми канатами. В местах переходов через каналы и траншеи необходима установка мостков шириной 800 мм с перилами высотой 1100 мм, на особо опасных местах — предупредительных канатов.

Отключение алюминиевых электролизеров на капитальный ремонт производит служба эксплуатации электролизного цеха согласно графику, согласованному с руководством завода и ремонтной организации. После отключения электролизера служба эксплуатации производит уборку вокруг него, а также очищает шинные каналы, колокольный газоотсос, убирает плиты перекрытия шинных каналов, очищает территорию на нулевой отметке от мусора, алюминевых всплесков, глинозема и других материалов. До сдачи электролизера в ремонт работники службы эксплуатации ограждают его от соседних электролизеров, чтобы обеспечить безопасное ведение работ, а также вывешивают предупреждающие и запрещающие плакаты. Подготовленный к ремонту электролизер служба эксплуатации сдает по акту ремонтной организации и выдает наряд-допуск на капитальный ремонт.

Наряд-допуск подписывается начальником электролизного цеха или его заместителем и передается ответственному руководителю работ ремонтной организации, который несет ответственность за соблюдение техники безопасности при капитальном ремонте. В наряде-допуске должны быть указаны: фамилия, имя, отчество

производителя работ, а при многосменной работе всех производителей работ; место производства и перечень выполняемых работ; состав бригады и численность ее; особые условия работ и основные опасности при работе; меры обеспечения безопасности, перечень прилагаемых к наряду-допуску документов (схемы отключения электролизера, схемы установки заземления и др.); фамилия, имя, отчество допускающего к работе; фамилия, имя, отчество лица, выдавшего наряд-допуск; время начала и окончания работ (если работы не могут быть выполнены в указанный срок, то время окончания работ необходимо должно быть официально продлено); отметки о закрытии наряда-допуска.

При капитальном ремонте электролизеров в одноэтажных корпусах оконные проемы должны быть закрыты, чтобы люди не смогли через них входить. На ремонтируемом электролизере должны работать не менее двух человек; при работах, связанных с возможностью появления "земли", необходимо проявлять особую предосторожность. Необходимо следить, чтобы работа производилась только исправным инструментом и приспособлениями. При перемещении грузов кранами и другими

грузоподъемными механизмами следует соблюдать правила безопасности при этих работах.

Все работающие при капитальном ремонте обязаны применять средства индивидуальной защиты: лепесток-респиратор, диэлектрические боты, перчатки, коврики, защитные очки, монтажные пояса, каски, спецодежду и спецобувь.

5.2 Основные правила безопасности при работе в электролизном корпусе

Сила тока 0,01—0,1 А опасна для жизни, а свыше 0,1 А — смертельна; опасным для жизни человека является также замыкание рядов электролизеров или прикосновение человека к электролизеру и к заземленным предметам. Поэтому при движении по корпусу к ремонтному электролизеру работающие должны пользоваться проходами, свободными от материалов, оборудования и машин, не касаться металлоконструкций и ошиновки работающих электролизеров; нельзя заходить в корпус в сырой обуви и спецодежде.

При работе в корпусе запрещено: прикасаться к оголенной металлической арматуре в железобетонных конструкциях; прикасаться к люкам вентиляционных каналов и замыкать металлическими предметами рядом стоящие электролизеры; заносить длинномерные металлические предметы через окна корпуса, передавать из рук в руки инструмент, металлоконструкции и т.п. рабочему, находящемуся на перекрытиях шинного канала другого ряда электролизеров; брать руками за крюк крана (касаться блока или кранового троса) при строповке и расстроповке, а также касаться тросами крана металлоконструкций электролизера; подключать переносные лампы или электрифицированный инструмент к корпусной электросети, вскрывать электрошкафы и проводить в них какие-либо работы; становиться одновременно на вентиляционную решетку и плиту перекрытия шинного канала.

Ряд технологических операций, как разборка цоколя и фундамента, срезка анкеров, демонтаж катодного кожуха, установка анкеров, кладка венца цоколя, чистка шинных каналов, ремонт обрамления шинных каналов связаны с повышенной опасностью поражения электрическим током. Поэтому эти работы следует выполнять с особой осторожностью при соблюдении всех мер обеспечения безопасности, указанных в наряде-допуске. При проведении этих работ обязательно осуществление следующих мероприятий: заземление шинопроводов; ограждение изолирующими материалами шинопроводов и металлоконструкций электролизеров во избежание прикосновения людей к частям, находящимся под напряжением; ограждение шунтирующих устройств; выравнивание потенциалов

напряжения путем присоединения конструкций электролизера к шинопроводам.

Заземление шинопроводов разрешено только на одном электролизере серии, не имеющей постоянной заземленной нулевой точки, причем шинопровод с контуром заземления должен соединяться наглухо, а заземляющий проводник быть гибким, медным, без изоляции и иметь сечение не менее 95 мм .

В корпусах, где ведется обработка электролизера напольно-рельсовыми машинами и осуществляется проезд через ремонтную зону, должен быть наблюдающий за проездом, а машиниста машины следует дополнительно проинструктировать о совмещенном проведении работ.

Особые меры обеспечения безопасности следует принять при работе ремонтного персонала на нулевой отметке: поставить в известность об этом руководство смены цеха электролиза, на втором этаже не производить никаких работ и там же установить предупреждающие плакаты с надписью "Осторожно: внизу работают люди".

Работающие на нулевой отметке получают наряд-допуск на ведение работ в указанном месте; вход и выход на нулевую отметку разрешен только в указанных специально местах. При работе на нулевой отметке запрещено касаться выступающих частей электролизера и ошиновки без изоляционных подставок или резиновых ковриков, а также передавать металлические предметы из рук в руки на второй этаж. После окончания работ ремонтный персонал обязан поставить об этом в известность мастера смены.

В случае нарушения правил безопасности или при обнаружении опасности для работающих уполномоченный от завода должен изъять у исполнителя наряд-допуск на производство работ и снять ремонтную бригаду с объекта. Допуск бригады на объект может быть разрешен уполномоченным завода после устранения причин прекращения работ.

5.3 Правила безопасности труда при производстве специальных монтажных работ

Заливка подины водой. Заливку водой подины для размягчения дины катодного устройства разрешается осуществлять при наличии письменного разрешения мастера электролизного цеха. К этой работе допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и электробезопасности в действующем электролизном цехе. Перед началом заливки необходимо проверить исправность и герметичность транспортной емкости, запорной арматуры, магистралей и водопроводных шлангов.

Выбивка футеровки. Работающий отбойным молотком и на машине по выбивке футеровки должен пользоваться защитными очками и респиратором. Перед началом работы следует проверить надежность крепления пневматических шлангов, штуцеров, крепления машины к кожуху

электролизера. При работе на машине необходимо выполнять правила по уходу и эксплуатации, а также правила безопасной работы на ней согласно специальной инструкции. Во время работы машины машинист должен постоянно следить за тем, чтобы пневматические шланги машины не соприкасались с тросами, электрокабелями, электросварочными проводами, находящимися под напряжением, и со шлангами газо и бензорезчиков.

Перед подсоединением пневматических шлангов к машине их следует продуть, а присоединение их и разъединение от магистрали разрешается только при закрытом вентиле, т.е. после прекращения подачи воздуха. Машинист машины не должен допускать ремонтных рабочих в зону действия рабочих органов машины. Транспортировать машину в корпуса электромостовым краном разрешено только в сопровождении двух рабочих с применением двух оттяжек из сухих веревок во избежание замыкания противоположных рядов электролизеров.

Футеровочные работы. При производстве футеровочных работ в катодном кожухе рабочие должны расположиться так, чтобы нечаянно не нанести друг другу травм. В случае прорыва электролита или металла из действующего электролизера работы в ремонтируемом электролизера должны быть прекращены, ремонтные рабочие эвакуированы на безопасное расстояние. При теске, рубке, шлифовке кирпича или угольных блоков необходимо следить за тем, чтобы осколки не отлетали в сторону работающих рядом.

Разогрев подины при разогреве подины, как правило, используется дизельное топливо, поэтому следует соблюдать правила безопасности при работе с горючими веществами: стальные проушины бака для топлива должны быть обмотаны проволокой из цветных металлов во избежание искрения при транспортировке краном, соединение шлангов с форсункой и баком должно быть осуществлено при помощи штуцеров и надежно закреплено хомутами. Открывать вентиль для подачи жидкого топлива в форсунку разрешается только при отсутствии течи в местах соединения шланга. Запрещено перегибать и натягивать шланги, пересекать шланги тросами, электрокабелями и электросварочными проводами, переезжать транспортными средствами. Бак с дизельным топливом должен находиться на расстоянии не менее 1 Ом от разогреваемого электролизера.

Разогрев подины должен проводиться не менее чем двумя лицами. Перед розжигом в форсунку вначале следует подавать жидкое топливо, а потом сжатый воздух. По окончании работ следует отключить сначала подачу жидкого топлива, а затем воздуха. Запрещено направлять пламя горячей форсунки в сторону людей, на каком бы расстоянии они не находились.

Накатка подушки, набойка подины. Для накатки подушки из подовой массы применяют специальной конструкции катки. Подсоединение электродвигателей катка должно производиться только дежурным

электриком, причем до этого он обязан проверить освещение и отсутствие ненужных предметов и материалов на цоколе подины.

Перед началом работы при набивке межблочных швов следует тщательно проверить надежность крепления шлангов к штуцерам перфораторов и к сети сжатого воздуха; шланги должны быть прикреплены хомутами, а каждый перфоратор присоединен к отдельному вентилю. Распределительная коробка сжатого воздуха должна быть расположена таким образом, чтобы при подключении шланги перфораторов не переплетались. При перерывах в работе вентили в распределительной коробке должны быть закрыты.

Перед началом работы с подовой массой все участвующие в работе должны смазать лицо и шею специальной профилактической мазью. Работать следует только в защитной спецодежде, валенках, рукавицах и респираторах.

При заливке чутуном стальных стержней следует соблюдать все правила безопасности, выполняемые при работе с жидким металлом. Укладку в паз блока стальных стержней необходимо производить специальными клещами; клещи должны быть маркированы: сроки их испытания следует систематически проверять.

При установке полусекций в кожух электролизера необходимо следить за тем, чтобы зубья захватов и клещей были исправны и отточены. Приваренный гибкий пакет алюминиевых лент (спусков) должен быть связанным. Выкатка анода. Перед допуском к обслуживанию механизмов по выкатке анодов рабочие должны пройти производственный инструктаж на рабочем месте.

Перед выкаткой анода необходимо снять с анодного устройства горелки и другие демонтируемые конструкции и вывезти их за пределы корпуса. Выкатные балки должны быть расположены в одной горизонтальной плоскости и надежно изолированы. Анод следует прочно и устойчиво закреплять на балках.

Обработка угольных блоков на фрезерном станке. К работа на фрезерном станке допускаются лица, специально обученные и имеющие удостоверение на право работы на нем. Работающие на станке должны пользоваться респираторами и защитными очками.

Перед пуском фрезерного станка следует тщательно осмотреть фрезу, при неисправности ее сменить. Смену фрез разрешается производить только при отключенном главном рубильнике цеховой электрической сети. Станок должен быть оборудован пылеотсасывающим устройством, а все вращающиеся части — закрыты металлическими защитными кожухами.

Угольный блок должен быть надежно закреплен на суппорте станка; суппорт следует подавать осторожно, без рывков. Блоки, имеющие трещины, обрабатывать запрещается.

5.4 Правила техники безопасности при электросварочных и газосварочных работах

Все сварочные работы при капитальном ремонте электролизеров должны производиться в соответствии с действующими правилами безопасности труда для газоэлектросварочных работ, правилами безопасности труда при производстве алюминия, а также с технологическими инструкциями по сварке контактов и монтажу ошиновки. Электросварочные работы разрешены лицам, имеющим удостоверение на производство этих работ и квалификационную группу не ниже II.

При производстве электросварочных работ должны выполняться следующие правила: в электролизном корпусе сварочный трансформатор должен быть установлен на изолированном основании и укрыт неэлектропроводным кожухом; запрещено устанавливать трансформатор вне корпуса; запрещено применять сварочные трансформаторы с заземленными корпусами и с заземленными вторичными обмотками; запрещено использовать в качестве обратного провода сети заземления металлические конструкции корпусов, трубопроводов и технологического оборудования; в качестве обратного провода, соединяющего сварочное изделие с источником тока, следует применять гибкий провод соответствующего сечения.

При сварочных работах на электролизерах трансформатор следует подключать к специальным рубильникам сети переменного тока напряжением 220—380 В. Подключение сварочных аппаратов должен выполнять электрик электролизного цеха, соблюдая необходимые правила электробезопасности.

Сварочные работы в шинных каналах должны производить двое рабочих, причем не только основные, но и подсобные рабочие во время сварки должны пользоваться защитными щитками или очками. При необходимости место работы сварщика должно быть обеспечено переносной электролампой напряжением не выше 12 В. Запрещено использовать сварочный пост, подключенный на одном ряду электролизеров, при производстве сварочных работ на другом ряду электролизеров.

При производстве газорезательных и газосварочных работ баллоны с кислородом и горючим газом необходимо располагать за пределами корпуса при одноэтажных корпусах и на втором этаже - при двухэтажных корпусах, причем баллоны должны быть установлены в несгораемые чехлы на расстоянии не менее 10 м от работающих электролизеров.

По окончании электросварочных и газосварочных работ оборудование должно быть отключено, а сварочные провода, кабели, шланги, инструменты, приспособления и материалы - убраны.

5.5 Правила безопасности труда при монтаже и демонтаже анодного и катодного устройства

К замене катодного и анодного устройства допускаются лица, специально обученные имеющие удостоверение на право работы. В звено рабочих должно входить не менее четырех человек. Работой обязательно должен руководить мастер, который отвечает за безопасность ведения работ кранами. Перед каждым подъемом траверсу необходимо тщательно осматривать. При монтаже и демонтаже следует соблюдать следующие правила: средний проход между электролизерами должен быть освобожден от технологического оборудования, материалов, инструмента и т.д.; катодное и анодное устройство следует поднять вначале на 100 мм, чтобы убедиться в правильности расположения катодных балок, строп на роликах траверсы, а также в том, имеются ли стопорные кольца и болты на пальцах, гайки на стопорных болтах, исправны ли тормоза крана; при полной убежденности в правильности выполнения вышеуказанного можно продолжать подъем и транспортировку устройства; в качестве оттяжек следует применять только сухие прочные веревки; во время транспортировки устройства вдоль корпуса запрещается касаться устройства или траверсы и токоподводящих предметов; расстояние между полом корпуса и нижней выступающей частью устройства должно быть не менее 500 мм; в зоне подъема, опускания или транспортировки устройства не должны находиться люди.

Заключение

Целью данного дипломного проекта - было повышение эффективности и выявлении причин повреждения электролизеров, методов их устранения в процессе эксплуатации, а также при капитальном ремонте.

Выявление и устранение причин повреждения электролизеров, а также повышение качества капитального ремонта позволит увеличить срок межремонтного периода, уменьшить трудоемкость выполняемых работ, снизить затраты на ремонт и обслуживание, уменьшить эксплуатационные расходы, потребление электроэнергии, увеличить сроки межремонтного периода.

Экономический эффект достигается повышением качества капитального ремонта главным образом за счет увеличения срока службы и выпуска дополнительной продукции.

Список литературы

1. Беляев А.С. Ремонт алюминиевых электролизеров [текст]: М.Металлургия, 1986.-139с;
2. Спиваковский А.О. Транспортирующие машины [текст]: Учебное пособие для машиностроительных вузов / А.О. Спиваковский, В.К. Дьячков. - 3-е изд., перераб. -М.: Машиностроение, 1983. -487с;
3. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины [текст]: Учебник для машиностроительных техникумов / М.П. Александров. -2-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1984. -336с;
4. Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Вентиляция и кондиционирование воздуха (внутренние санитарно-технические устройства). Ч. II. —М.: Стройиздат, 1969. -536с. с ил.;
5. Аспирационно-технологические установки предприятий цветной металлургии / Бошняков Е.Н. -М.: Metallurgy, 1978. -200с;
6. Эксплуатация и ремонт механического оборудования. Методические указания по практическим занятиям, самостоятельной работе и дипломному проектированию для студентов специальностей 17.01, 09.05 и 21.05 всех форм обучения / А.В. Гилев, Л.П. Коростовенко; КИЦМ. - Красноярск, 1990. - 56 с;
7. Ремонт машин и оборудования: Методические указания по курсовому и дипломному проектированию для студентов специальностей 17.01 и 17.03 / А.В. Гилев, Х.М. Мишхожев; КИЦМ, Красноярск, 1993, 40 с;
8. СТО 4.2-07-2008 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности. -Введен впервые; дата введ. 2008. -Красноярск: СФУ, 2008. -47с;
9. Инструкция по охране труда для слесаря-ремонтника ОАО «РУСАЛ-САЯНАЛ» № 4-20-05/1. г. Саяногорск 2005г;
- 10.Цеков В.И. Ремонт деталей металлургических машин. Справочник. М., «Металлургия», 1979. 320 с;
- 11.Плахин В.Д. Надежность, ремонт и монтаж металлургических машин. М.: «Металлургия», 1983. 415 с;
- 12.Воробьев Л.Н. Технология машиностроения и ремонта машин. М.: Высшая школа, 1984. 344 с;
- 13.Молодых Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин. Справочник. М. Машиностроение, 1989. 480 с;

- 14.Справочник по проектированию электропривода, силовых и осветительных установок / Под ред. Я.М. Большама, В.И. Круповича, М.Л. Самовера. Изд. 2-е, перераб. и доп. -М.: Энергия, 1975. -728с. с ил;
- 15.Кнорринг Г.М. Осветительные установки. -Л.: Энергоатомиздат, 1981. -288с;
- 16.Справочник по проектированию электроснабжения / Под ред. В.И. Круповича, Ю.Г. Барыбина, М.Л. Самовера. Изд. 3-е, перераб. и доп. - М.: Энергия, 1980, -456 с. с ил;
- 17.Электроснабжение предприятий. Метод, указания по дипломному проектированию для студентов очной и заочной форм обучения / Сост.: А.Ф. Гончаров, О.А. Ковалева. КИЦМ. -Красноярск, 1990, -32с;
- 18.Справочник по проектированию электроснабжения, линий электропередачи и сетей / Под ред. Я.М. Большама, В.И. Круповича, М.Л. Самовера. Изд. 2-е, перераб. и доп. -М.: Энергия, 1975. -696с. с ил;
- 19.Организация и планирование металлургических цехов в цветной металлургии: Метод, указания к дипломному и курсовому проектированию для студентов всех специальностей / Сост. Т.М. Мандричко, М.А. Смирнов; - Красноярск: ГАЦМиЗ, 2002. -48с;
- 20.Организация и планирование металлургических цехов в цветной металлургии: Метод, указания к дипломному и курсовому проектированию для студентов всех специальностей / Сост. С.Л. Парфенова; Гос. образован Учреждение «ГАЦМиЗ». -Красноярск, 2003. -52с;
- 21.Безопасность жизнедеятельности в дипломном проектировании: метод, указания для студентов всех специальностей очной и заочной формы обучения / сост. Э.В. Богданова, В.А. Гронь, Л.С. Максименко, А.Г. Степанов; ГУЦМиЗ. -Красноярск, 2005. -36с;
- 22.Безопасность производственных процессов: Справочник / С.В. Белов, В.Н Бринза, Б.С. Векшин и др.; под общ. ред. С.В. Белова. -М.: Машиностроение, 1985. -448с., ил;
- 23.СТО 4.2-07-2008 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной и научной деятельности. -Введен впервые; дата введ. 2008. -Красноярск: СФУ, 2008. -47с.

