

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Характеристика объекта исследования.....	6
1.1 Структура и основные виды деятельности Русской инжиниринговой компании.....	6
1.2 Технология ремонта электролизеров.....	11
1.2.1 Общая характеристика и классификация электролизеров.....	11
1.2.2 Технологический процесс ремонта электролизеров	16
2 Анализ деятельности ООО «Русская Инжиниринговая Компания».....	29
2.1 Предварительный анализ основных финансовых показателей.....	29
2.2 Анализ имущества предприятия.....	31
2.3 Анализ финансовой устойчивости.....	32
2.4 Анализ обобщающих показателей деятельности предприятия.....	35
2.5 Анализ динамики и структуры выручки ЦКРЭ.....	36
2.6 Анализ сметы затрат ЦКРЭ.....	38
2.7 Анализ себестоимости капитального ремонта электролизеров.....	40
2.8 Резервы снижения затрат на капитальный ремонт.....	42
3 Направления совершенствования процесса ремонта алюминиевых электролизеров.....	45
3.1 Сокращение времени ремонта.....	45
3.2 Использование новых материалов.....	47
3.3 Применение высокопроизводительного оборудования.....	50
3.3.1 Оценка эффективности применения бетоносмесителя СБ -138Б для бетонирования фундаментов.....	55
Заключение.....	62
Список использованных источников	64
Приложение А Организационная структура ООО «Русская Инжиниринговая Компания».....	67

ВВЕДЕНИЕ

В условиях современной экономики каждый производитель первичного алюминия борется за снижение себестоимости металла. Значительная доля затрат при производстве алюминия приходится на капитальный ремонт электролизеров. Это особенно актуально для большинства алюминиевых заводов, на которых уровень технологии и культуры производства на сегодняшний день отстают от ведущих зарубежных производителей.

Электролизер – очень дорогостоящее оборудование, поэтому продление срока его службы позволяет уменьшить затраты на производство, увеличить выпуск металла и производительность труда.

Высокие требования, предъявляемые к современным футеровочным материалам, определяют их высокую стоимость и общее увеличение затрат на капитальный ремонт электролизеров. Однако повышение надежности катодного устройства, приводящее к увеличению эффективного срока службы электролизера, в конечном итоге, должно окупить рост затрат на футеровку при капитальном ремонте за счет уменьшения трудозатрат и улучшения производственных показателей работы электролизера, применяя более производительное оборудование. Актуальность темы данной выпускной квалификационной работы заключается в поиске направлений совершенствования процесса ремонта алюминиевых электролизеров.

Целью выпускной квалификационной работы является оценка эффективности применения высокопроизводительного оборудования при проведении капитального ремонта электролизеров.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- рассмотреть основные этапы проведения капитального ремонта электролизеров
- выполнить анализ затрат на капитальный ремонт электролизеров

- выявить и проанализировать направления совершенствования процесса ремонта электролизеров

- провести расчет затрат и оценить эффективность применения бетоносмесителя СБ-138Б в процессе капитального ремонта электролизеров.

Объектом исследования данной выпускной квалификационной работы является общество с ограниченной ответственностью «Русская Инжиниринговая Компания».

Предметом исследования являются направления совершенствования процесса ремонта алюминиевых электролизеров.

Практическая значимость данной выпускной квалификационной работы дипломного проекта заключается в подборе наиболее эффективных путей направленных на совершенствование процесса ремонта электролизеров и обоснование эффективности применения полученных направлений.

1 Характеристика объекта исследования

1.1 Структура и основные виды деятельности ООО «Русская Инжиниринговая Компания»

ООО «Русская Инжиниринговая Компания» – предприятие, входящее в инжинирингово - строительный дивизион Объединенной Компании РУСАЛ, выполняющее строительство новых и модернизацию существующих предприятий, а также ремонт и обслуживание промышленного оборудования[1].

Создав Сервисный Центр на сегодня это ООО «Русская Инжиниринговая Компания», где ремонт – единственный вид деятельности, РУСАЛ поднял его на высоту наравне с алюминиевыми и глиноземными заводами, так как ремонты – это неотъемлемая часть всего процесса производства, сильно влияющая на производительность и себестоимость продукции предприятий Русала.

Новая структура общей численностью почти 12 тысяч человек оказывает весь спектр услуг по ремонту и обслуживанию оборудования на алюминиевых заводах компании. Результат внедрения новой модели – рост производительности труда, как на алюминиевом, так и на сервисных производствах.

Рост объемов услуг ООО «Русская Инжиниринговая Компания» напрямую связан с увеличением выпуска производства алюминия, а также ведением мероприятий по улучшению качества капитальных ремонтов влияющих на срок службы электролизеров, совершенствование существующих технологий, внедрение новых материалов, внедрение более производительного оборудования, стандартизация технологических процессов

Для достижения целей на предприятии, как в социально-экономической системе, выделяется подсистема в виде структуры управления - это упорядоченная совокупность взаимосвязанных элементов, связанных по

функциям и полномочиям и находящимся между собой в устойчивых отношениях и обеспечивающих функционирование и развитие организации как единого целого. Структура управления определяет эффективность системы управления, ее гибкость, эластичность, адаптивность. Структура управления в ООО «Русская Инжиниринговая Компания» строится по принципу подчинения нижестоящего органа вышестоящему и является линейно-функциональной. Ее характеризует разделение деятельности линейных и функциональных звеньев при усилении координации их функционирования в процессе осуществления управленческой деятельности.

ООО «Русская инжиниринговая компания» зарегистрирована в городе Москва, там находится центральный офис компании, у данного предприятия существуют филиалы на всех производственных площадках Объединенной Компании Русал в городах: Красноярск, Братск, Саяногорск, Новокузнецк, Шелехов, Ачинск, Каменск-Уральский, Краснотурьинск, Североуральск.

Сегодня в структуру ООО «Русская Инжиниринговая Компания» влились еще семь сервисных (ремонтных) служб алюминиевых заводов, это Уральский, Надвоицкий, Кандалакшский, Иркутский, Волховский, Волгоградский, Богословский.

В приложении А представлена организационная структура филиала ООО «Русская инжиниринговая компания» в городе Красноярске.

Основными целями ООО «Русской инжиниринговой компании» является[2]:

Обеспечение работоспособного состояния оборудования, гарантирующей изготовление продукции требуемого качества в запланированных объемах, повышения коэффициента технической готовности за счет:

- проведение оперативного обслуживания
- совершенствование системы планово – предупредительных ремонтов, пересматривая структуру ремонтных циклов, межремонтных периодов на основе системного проведения анализа затрат на ремонты, внедрение ремонтов

по техническому состоянию, технического обслуживания с периодическим контролем;

- использование современных прогрессивных материалов, методы ремонтов, стандартизация работ;

- использование современных диагностических средств, приборов.

Объектом исследования дипломной работы является цех капитальных ремонтов электролизеров (далее ЦКР) – это самостоятельная хозяйственная единица с полным циклом производства и расположен на территории ОАО «РУСАЛ Красноярск», что обеспечивает эффективное взаимодействие между электролизными цехами завода.

Основная деятельность цеха - это ремонт основного оборудования (электролизеров) алюминиевого завода, а также ремонты и обслуживание вспомогательного металлургического и технологического оборудования.

Цех ремонтов электролизеров содержит четыре основных участка, принцип организации работы является последовательный:

1. Участок монтажа и демонтажа электролизеров;
2. Участок спецмонтажных работ;
3. Участок ремонта металлоконструкций анодных и катодных кожухов;
4. Участок обжига электролизеров.

Процесс организации, планирования, проведения обслуживания и ремонтов оборудования осуществляется в определенных управляемых условиях, которые должны включать следующее:

- планирование обслуживания и ремонта каждой единицы оборудования, в соответствии с планом производства алюминиевого завода, утвержденными межремонтными периодами и фактическим техническим состоянием оборудования;

- разработку документации, регламентирующей методы и способы, применяемые при техническом обслуживании, подготовке оборудования к ремонту, производстве ремонтов оборудования;

- доступность информации, описывающей методы и способы обслуживания и ремонта оборудования, а также планируемый уровень характеристик оборудования после ремонта для персонала, занятого ремонтом и приемкой оборудования после ремонта перед пуском его в эксплуатацию;

- квалифицированный, аттестованный персонал;

- наличие перед началом ремонта всех необходимых материалов, запасных частей и комплектующих, гарантирующих качество и сроки выполняемых работ;

- разработку критериев проверки качества обслуживания и ремонта для каждой единицы оборудования, а также действий по постоянному улучшению процесса ремонта.

Основные функции сервисных служб:

- Формирование планов ремонтов технологического оборудования предприятий;

- Техническое обслуживание и текущий ремонт технологического оборудования;

- Капитальный ремонт технологического оборудования;

- Капитальный ремонт электролизеров;

- Унификация ремонтов на предприятиях;

- Проведение обследования оборудования с применением современных видов диагностики.

- Анализ отказов технологического оборудования с выявлением системных причин, разработка и реализация мероприятий по их исключению.

Объединенная компания «Русал» как и любой производитель алюминия, ведет полномасштабную работу по снижению себестоимости производимого металла – товарного алюминия.

Значительную долю в этом показателе эффективности производства, занимают расходы на капитальный ремонт электролизеров.

Разработку единой технической политики, организацию внедрения прогрессивных методик и технологий ремонтов оборудования осуществляют Дирекции по инжинирингу оборудования.

Основные задачи Дирекций по инжинирингу оборудования:

- Организация комплексного цикла всех видов ремонтов технологического оборудования алюминиевого и глиноземного производства;
- Разработка и внедрение программ по снижению затрат на ремонты и обслуживание оборудования;
- Разработка и внедрение программ по снижению сроков ремонта, увеличение межремонтного периода технологического оборудования;
- Создание высокоэффективных производств по изготовлению нестандартного технологического оборудования;
- Анализ экономической эффективности инвестиционных мероприятий.

«Русская инжиниринговая компания» использует для обеспечения функционально - технических характеристик ремонтируемого и эксплуатируемого технологического оборудования ОК «Русал» альтернативные материалы отечественных производителей (аналоги импортным) без ухудшения качественных характеристик ремонтов, соблюдения норм коэффициента технической готовности оборудования и изменений свойств выпускаемой продукции.

1.2 Технология ремонта электролизеров

1.2.1 Общая характеристика и классификация электролизеров

На предприятиях алюминиевой промышленности используются электролизеры весьма различных конструкций и мощности, их разделяют на три большие группы[3]:

1. Электролизеры малой мощности на силу тока до 100 кА. Этот тип ванн оснащен одним самообжигающимся анодом с боковым подводом тока и одноэтажным (напольным) размещением в корпусе. Данный электролизер в мире работает только на одном заводе, Кандалакшский алюминиевый завод (КАЗ), они производят порядка 2% алюминия компании Русал.

На рисунке 2 представлен поперечный разрез электролизера с самообжигающимся анодом и боковым подводом тока.

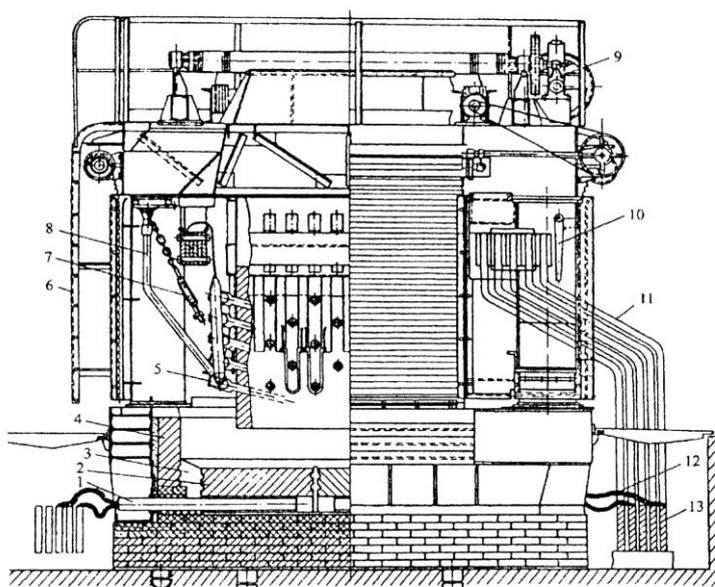


Рисунок 1 - Поперечный разрез электролизера с самообжигающимся анодом и боковым подводом тока

1-катодные стержни (блумсы); 2-подовые блоки; 3- набивные швы; 4- боковые плиты; 5-штыри; 6-трап; 7-тяга временной подвески анода; 8-

глиноземная течка; 9-механизм перемещения анода; 10-ручка открытия глиноземных бункеров; 11-анодные стояки; 12-катодные спуски; 13-катодные шины

2. Электролизеры средней мощности на силу тока 100-165 кА, оборудованы также одним самообжигающимся анодом с верхним подводом тока и преимущественно с размещением на отметке + 4,0 м. Этот тип электролизеров осваивался в нашей стране в 60-70-е годы и на его долю в РФ приходится большая часть производственных мощностей (около 70%).

Ниже на рисунке 2 представлен электролизер с самообжигающимся анодом и верхним подводом тока.

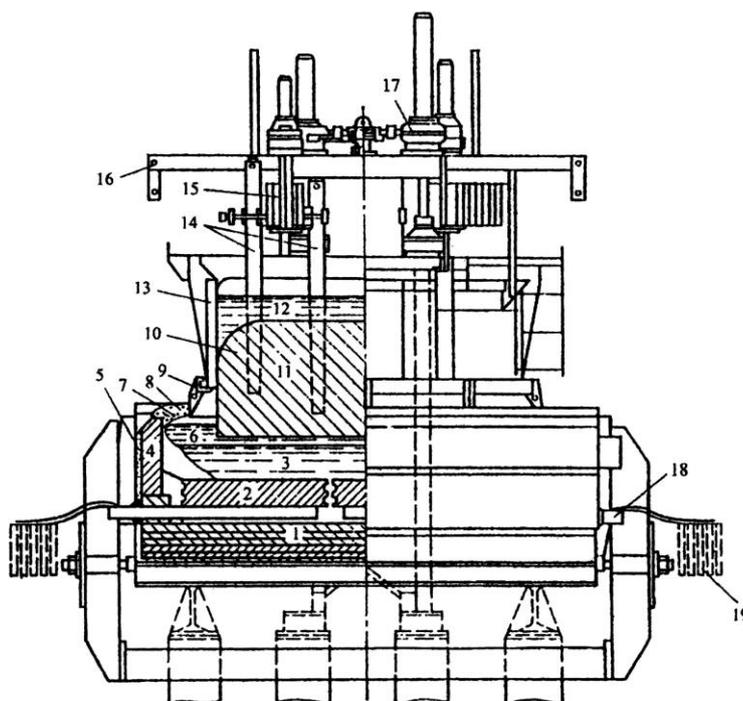


Рисунок 2 - Электролизер с самообжигающимся анодом и верхним подводом тока

1-огнеупорный кирпич катодного устройства; 2-подовые блоки; 3-жидкий алюминий; 4-боковые плиты; 5-катодный кожух; 6-электролит; 7-корка электролита; 8-глинозем; 9-газосборный колокол; 10-угольный анод; 11-конус спекания; 12-жидкая фаза анода; 13-анодный кожух; 14-анодные штыри; 15-

анодные шины; 16-рама; 17-механизм перемещения анода; 18-катодные стержни; 19-катодная ошиновка

3. Электролизеры средней и большой мощности на силу тока от 160 до 400 кА и более, оснащенные предварительно обожженными анодами (ОА) (рисунок 4). Количество анодов на электролизере зависит от его мощности. Размещение ванн преимущественно на отметке + 4,0 м. Это наиболее современный тип электролизеров, хотя именно с такого типа электролизеров небольших размеров начиналась история развития алюминиевой промышленности.

На рисунке 3 представлен алюминиевый электролизер с предварительно обожженными анодами.

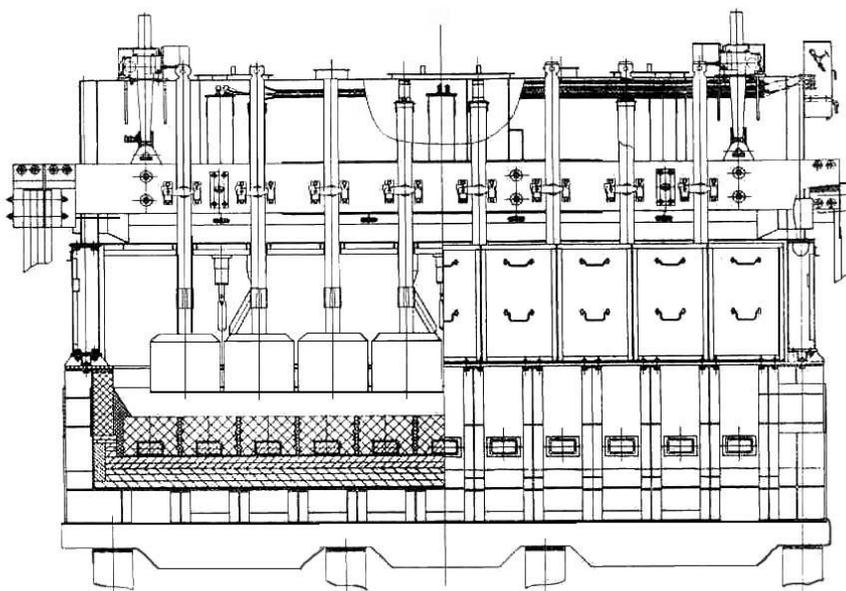


Рисунок 3 - Алюминиевый электролизер с предварительно обожженными анодами

4. В ноябре 2015 года Учёные-металлурги Сибирского федерального университета приняли участие в разработке сверхмощной энергоэффективной технологии получения алюминия РА-550[4].

Электролизер РА-550 –достаточно новая модель, созданная при помощи разработок специалистов Русала. Его пуск запланирован на III квартал 2016 года.

Электролизер РА-550 является на сегодняшний день самым мощным в мире. Его создали для того, чтобы добиться абсолютно новых технико-экономических показателей при производстве алюминия. Проведенные расчеты показали, что новое оборудование будет иметь суточную производительность равную 4.0 тонны металла. Она на 50-80% превышает показатели на сегодняшний день существующих версий РА-300 и РА-400. В добавок новая техника удаления газа от электролизера повысит экологическую эффективность сравнительно с версиями-предшественниками.

На сегодняшний день на участке уже установлены подпитывающие аппараты, состоялось введение в эксплуатацию новой подстанции, производится монтаж, выполняется монтаж ошиновки и строительных конструкций. Начали изготавливать и конструкции электролизера.

Модель РА-550 обладает значительно новой конструкцией. Она предназначена для модернизации действующих заводов Русала, а также для будущих предприятий. В дополнение к высоким технологическим и техническим стандартам, при его создании учтены требования к соблюдению условий труда и экологической безопасности.

В чем преимущества или недостатки данных типов электролизеров? Первые два из них, оснащенные самообжигающимися анодами, отличаются простотой конструкции и возможностью использовать для формирования анода относительно дешевый материал – анодную массу. Отсутствуют какие-либо отходы от использования анодов в электролизном производстве. Не требуется больших инвестиций в производство анодной массы. Затраты на производство единицы продукции на электролизерах этого типа существенно ниже.

Недостаток электролизеров с самообжигающимися анодами состоит в том, что на них ограничены возможности повышения единичной мощности

ванн, а также весьма затруднено использование средств механизации и автоматизации, в том числе систем автоматизированного питания глиноземом. В электролитический алюминий поступает значительное количество железа из-за коррозии стальных штырей и газосборных секций, что ограничивает возможность получать алюминий высших сортов. При обжиге анодов в атмосферу попадает значительное количество вредных для здоровья углеводородов – смол и газов.

Что касается третьего типа электролизеров, то они лишены этих недостатков. На этом типе электролизера возможно повышение мощности путём увеличения числа анодов и расширения геометрических размеров ванн. Электролизёр более приспособлен для механизации и автоматизации технологических операций, а сбор и очистка анодных газов производятся с большей эффективностью, в газах нет смолистых веществ и углеводородов. На этом типе ванн больше возможностей получить алюминий высших сортов, в том числе марки А8.

Именно поэтому уже с 70-х годов все новое строительство и реконструкция старых предприятий ведётся по пути освоения все более мощных электролизеров с обожженными анодами. В настоящее время все вновь строящиеся алюминиевые заводы оснащаются электролизёрами ОА на силу тока 275-350 кА. На электролизёрах этого типа при анодной плотности тока 0,85-0,88 А/см² достигнут выход по току ~ 95%, удельный расход электроэнергии ~13,3 кВт·ч/т Al, расход анодов 515/415 кг (брутто/нетто).

В то же время себестоимость алюминия на электролизерах этого типа за счет больших инвестиционных затрат и высокой стоимости обожженных анодов на 10-15% выше. Другой проблемой можно считать образование анодных огарков, которые составляют 16-20% от массы анодов и требуют специальной обработки и утилизации в анодном производстве.

Постоянная модернизация и совершенствование конструкции позволяет успешно эксплуатировать все три типа электролизеров с использованием преимуществ каждого из них.

Как видно на рисунках 1, 2 и 3 на которых показаны основные типы электролизеров, принципиально алюминиевый электролизер любой конструкции состоит из катодного и анодного устройств, ошиновки (анодной и катодной) и вспомогательных конструкций, удерживающих или перемещающих отдельные узлы, а также устройств для сбора и отвода анодных газов (колокол, горелки, укрытия, балка-коллектор).

1.2.2 Технологический процесс ремонта электролизеров

Алюминиевый электролизер – это сложный и дорогой агрегат. Продолжительность работы его от пуска до отключения на капитальный ремонт называется сроком службы.

На рисунке 4 представлена краткая схема технологического процесса ремонта электролизеров.

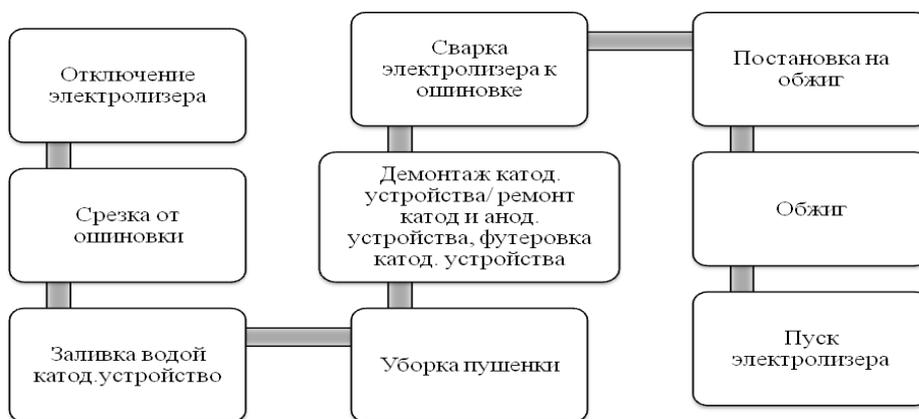


Рисунок 4 – Краткая схема технологического процесса ремонта электролизеров.

По опубликованным в печати данным, срок службы отдельных алюминиевых электролизеров на предприятиях передовых алюминиевых фирм достигает 10 лет и более. Однако разброс продолжительности срока службы весьма существенный. На многих предприятиях даже 60 мес. непрерывной эксплуатации считается вполне удовлетворительным результатом[5].

Что же определяет срок службы электролизера в наибольшей степени? Прежде всего, это устойчивость против разрушения футеровки катодной части и катодного кожуха. Условия обжига и пуска электролизёров могут либо усилить, либо ослабить эти тенденции. Другие причины, в том числе поломки механического оборудования, разрушение анодов и др., оказывают несравнимо меньшее влияние на срок службы электролизёров.

Монтаж всех типов электролизёров начинается с подготовительных работ: установки фундаментов и опор под катодный кожух. На электролизерах без днища монтаж складывается из следующих последовательных операций: заливки бетонного фундамента, кладки цоколя, установки и выверки катодного кожуха, кладки внутри катодного кожуха, укладки подушки под подовые блоки, установки подовых блоков, кладки бровки. Далее следует установка бортовых блоков, набойка швов подины угольной массой и установка анодного устройства.

Монтаж электролизеров, оснащенных катодными кожухами с днищем, начинается с установки катодного кожуха на стенде в торце корпуса или в цехе капитального ремонта. Перед кладкой футеровки поверхность днища выравнивают слоем сухого песка или шамотного порошка толщиной 20-30 мм.

На рисунке 5 представлено катодное устройство с кожухами и с днищем.

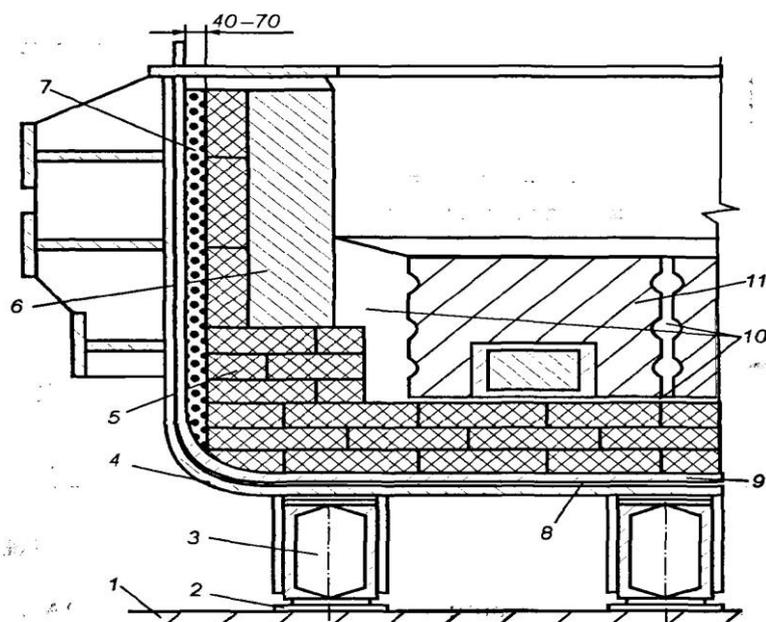


Рис. 5.2. Катодное устройство с кожухом с днищем.
 1 — фундамент; 2 — электроизоляция; 3 — опорная балка; 4 — катодный кожух;
 5 — огнеупорная кладка; 6 — бортовая футеровка; 7 — бортовая теплоизоляция;
 8, 9 — подсыпка и асбестовый лист; 10 — межблочные швы; 11 — катодные
 блоки.

Рисунок 5 – Катодный кожух с днищем

Кладку нижних рядов теплоизоляционного и огнеупорного кирпича (или соответственно плит) внутри кожуха ведут «насухо», без раствора, с заполнением швов шамотным порошком, кладку верхнего (последнего) ряда – на шамотном растворе. Кирпичи укладывают плотно с шириной шва не более 2 мм. Кладку выполняют не вплотную к кожуху, а с небольшим зазором (температурным швом) от 30 до 80 мм, который заполняют теплоизоляционной крупкой из вермикулита, диатомита или вспученного перлита.

Далее следует операция укладки выравнивающей угольной подушки или слоя сухой барьерной смеси. Предварительно поверхность кладки очищают от мусора и пыли, а в зимнее время подогревают с помощью форсунок. Холодонабивную подовую массу загружают на поверхность кладки, ограниченную опалубкой, тщательно разравнивают и уплотняют специальными самоходными катками. Толщина подушки не должна превышать 30-50 мм.

Если для устройства выравнивающей подушки применяется сухая барьерная смесь или другой порошковый материал, то он должен быть

предварительно просушен и также тщательно уплотнен. Подушка помогает установить подовые секции в ванне строго горизонтально, а при эксплуатации электролизера служит дополнительным барьером проникновению электролита и металла в кирпичную кладку. Подушка сухой барьерной смеси служит также и дополнительным температурным барьером, существенно снижая и выравнивая температуру в кирпичном цоколе.

Далее следует операция сборки подовых секций и установки их в электролизере. Для этого катодный блок устанавливается пазом вверх и на нем делается разметка на отдельные ячейки. На дно паза укладываются прокладки под блюмс из термостойкого картона, а по бокам устанавливаются вертикальные керамические перемишки из глины. На рисунке 6 показана подовая секция электролизера.

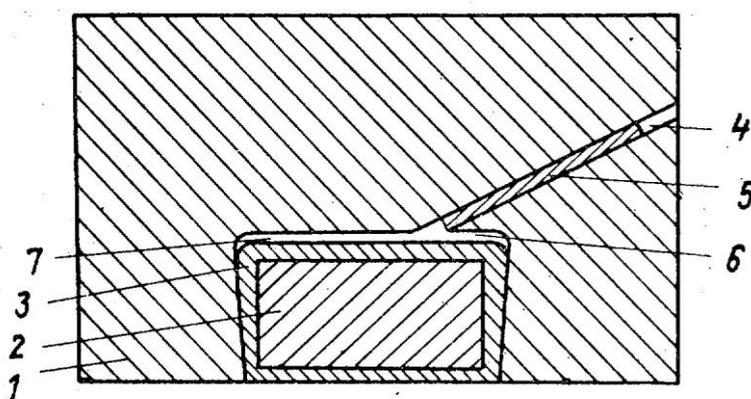


Рисунок 6 – Подовая секция электролизера

1 – углеродистый блок , 2 – стальной токоподводящий стержень, 3 – чугунная заливка, 4 – наклонные сквозные каналы, 5 – твердый токопроводящий материал, 6 – горизонтальная поверхность, 7 - зазор

Специальным захватом катодный стержень (блюмс) с приваренным спуском помещается в паз блока строго симметрично оси паза. При этом необходимо предусмотреть, чтобы блюмс на 100 мм не доходил до конца паза, а со стороны вылета блюмса оставалась ячейка под бетонное заполнение. Смещение оси блюмса относительно оси паза не должно превышать 5 мм.

Уложенный в паз блюмс должен опираться на все прокладки из картона, а по бокам иметь глиняные перемычки. Вертикальные глиняные перемычки должны быть слегка утрамбованы таким образом, чтобы не было зазора между блюмсом и перемычкой. В результате этих операций катодный блок с размещенным в нём блюмсом оказывается разделенным по длине на изолированные ячейки.

Перед заливкой чугуном угольные блоки и стержни нагревают форсункой до температуры 200-3000С. Закрепление блюмса в пазу блока производится путем заливки расплавленного чугуна в пространство между блюмсом и стенками паза поочередно в каждую из отдельных ячеек. Керамические перемычки не удаляются.

Для заливки используется малосернистый чугун с низкой усадочной способностью и высокой электропроводностью. В качестве примера можно привести чугун следующего химического состава, %:

C 2-4; Si 2-3,5; Mn не более 0,9; P 0,5 – 0,8; S не более 0,05;

Cr не более 0,3; Сумма C+Si не менее 6.

Чугун выплавляется в индукционной печи небольшой мощности типа ИЧТ-2,5. Заливку ячеек начинают при температуре чугуна не ниже 12500С, а при снижении температуры до 11000С заливку прекращают. Как правило, блоки для одного электролизера выкладывают в ряд и готовят к сборке одновременно.

Заливку производят из разливочного ковша и начинают с первой ячейки первого блока, затем переходят на первую ячейку второго блока и дальше на все установленные на стенде блоки. После охлаждения этих ячеек поочередно заливают вторые ячейки и далее оставшиеся ячейки. Заливка блоков отдельно по ячейкам позволяет избежать большой линейной усадки чугуна по оси блюмса и предотвратить отрыв блюмса от блока.

Крайняя со стороны вылета блюмса ячейка заполняется огнеупорным бетоном. Тем самым токопроводящая часть подины ограничивается её центром (по проекции анодов) и способствует снижению горизонтальных токов.

После заливки чугуном и бетонирования крайних ячеек подовые секции охлаждаются. Далее производится набойка подовой массой участка длиной 100 мм в конце блока - «потая». При такой конструкции собранной секции катодный стержень предохраняется с торца от воздействия агрессивной среды в случае разрушения центрального шва подины.

На двух или более подовых секциях, выбранных из комплекта методом случайного отбора, производится измерение электрического сопротивления по 10 точкам контакта блок-блюмс.

На некоторых предприятиях взамен чугуна применяют специальную электродную массу. Это предотвращает образование трещин в угольных блоках в результате разницы линейных расширений угольного блока и блюмса, что возможно в процессе чугунной заливки. Однако опыт показывает, что в процессе эксплуатации ванны контакт блока с блюмсом ослабевает и возрастает электрическое сопротивление. Поэтому технология монтажа с помощью углеродной массы требует дополнительного усовершенствования.

В электролизер устанавливаются секции, смонтированные из блоков одного производителя и не более чем из двух партий. Блоки не должны иметь сколов и трещин, превышающих допустимые размеры. Смонтированные секции очищают, нумеруют, комплектуют по партиям и направляют на монтаж. Секции устанавливают с перевязкой центрального шва. Свободные концы блюмсов выводят через окна в кожухе ванны и устанавливают по шаблону таким образом, чтобы концы на выходе имели одинаковую длину.

Если применяются монолитные катодные секции, в которых используется один сплошной угольный блок, то установка их связана с определенными неудобствами, так как ширина кожуха не позволяет завести выступающие концы блюмсов в окна. Перед установкой сплошной секции одна боковая

стенка кожуха снимается, а после завершения монтажа устанавливается на свое место и соединяется с кожухом сваркой. Из-за стесненных условий монтажа в действующих корпусах и воздействия магнитных полей на сварку установка монолитных секций возможна преимущественно в специализированных цехах капитального ремонта электролизеров.

Зазоры между набивной подушкой и блоками недопустимы и должны быть устранены подсыпкой материала сухой барьерной смесью или подливкой смеси пека с угольной пылью. Зазоры в окнах для катодных стержней заделывают огнеупорной смесью на жидком стекле.

Далее следуют операции кладки бровки, установки бортовых блоков и бортовой теплоизоляции. На рисунке 7 представлена катодная бровка в электролизере.

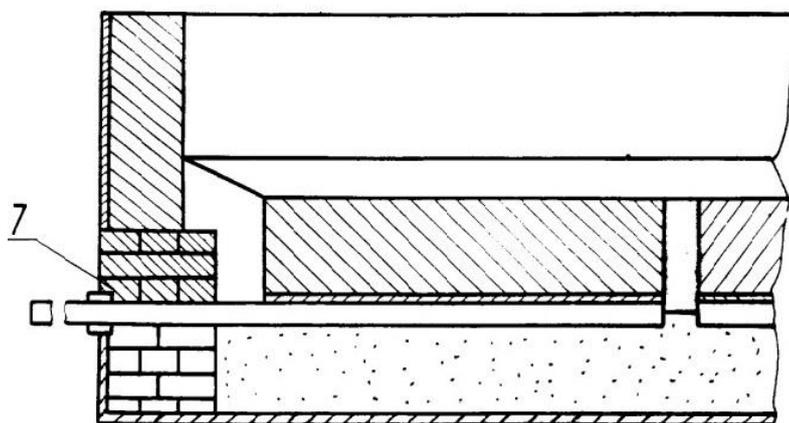


Рисунок 7 – Катодная бровка в электролизере

Кладку бровки ведут из огнеупорного кирпича (шамота) на растворе аналогично кладке верхних рядов цоколя, но с еще большей тщательностью. Ширина бровки должна быть достаточной для установки бортового блока (угольного или карбидокремниевого), а высота составляет порядка 270 мм (4 ряда по 65 мм). В местах прилегания к катодным стержням кирпичи притираются с зазором не более 1 мм. Для ускорения монтажа и улучшения качества бровки её можно изготовить из больших шамотных блоков или жаростойкого бетона. Пространство между бровкой и кожухом заполняют

гипсовым (алебастровым) раствором или засыпают теплоизоляционным материалом – вспученным перлитом, вермикулитом или шамотным порошком.

На бровку устанавливают бортовые угольные или карбидокремниевые блоки, соблюдая расстояние между кожухом и блоком порядка 25-50 мм. На рисунке 8 представлены карбидокремниевые блоки.

Блоки устанавливают плотно друг к другу, с зазором между боковыми гранями не более 1 мм. Для расклинивания блоков устанавливают так называемые «замковые» секции вблизи углов. При использовании угольных блоков толщиной 200 мм каждые два соседних блока образуют своими полукруглыми пазами цилиндрические полости, которые с помощью специальных трамбовок забивают подовой массой. Раковины и пустоты в пазах не допускаются.

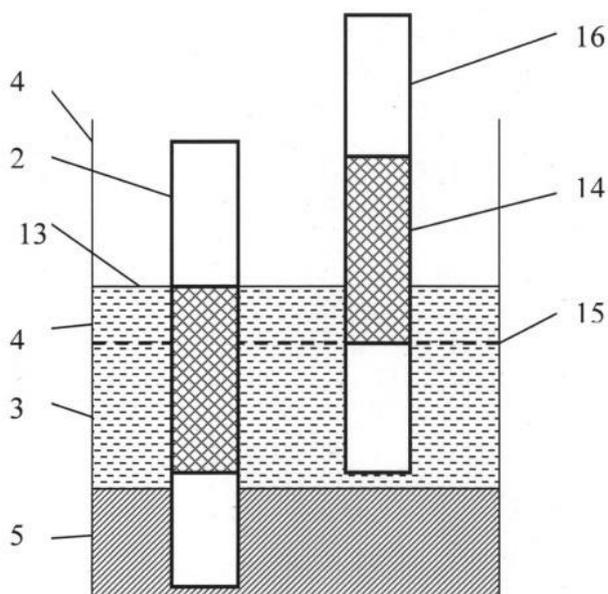


Рисунок 8 – Карбидокремниевые блоки

1 - крышка печи; 2 - образцы карбидокремниевых блоков в исходном положении; 3 - электролит; 4 - графитовый тигель; 5 - алюминий; 6 - металлический стакан; 7 - шамотная подставка; 8 - шахтная печь; 9 - газовая фаза; 10 - трубка для подвода газа; 11 - графитовая крышка; 12 - обойма для закрепления образцов; 13 - уровень электролита при исходном (нижнем) положении образца карбидокремниевых блоков; 14 - контролируемая зона; 15 - уровень электролита при контролируемом положении образца карбидокремниевых блоков; 16 - карбидокремниевый блок.

образца карбидокремниевго блока, попеременно контактирующая с газовой фазой и электролитом; 15 - уровень электролита при верхнем положении образца карбидокремниевго блока; 16 - образец карбидокремниевго блока в верхнем положении

Если в качестве бортовой футеровки применяют карбидокремниевые плиты (типичные размеры: толщина 100, ширина 500 мм), то крепление их к металлической стенке кожуха и между собой производится с помощью паст на основе SiC (Анапласт –76 и 80).

Набойка швов подины является наиболее ответственной операцией при монтаже электролизера, т.к. большая часть аварийных отключений электролизеров происходит из-за разрушения швов подины. Поэтому во время набойки швов подины присутствует мастер монтажной организации и контролеры ОТК, которые систематически контролируют качество подготовки швов, температуру подины и поступающей для набойки подовой массы, давление воздуха для пневмоинструмента, плотность набойки.

Для набойки межблочных и периферийных швов повсеместно используют так называемую холоднонабивную подовую массу, которая обладает эластическими свойствами и хорошо уплотняется даже при комнатной температуре.

Набойкой швов завершается монтаж ванны электролизера. Далее следуют анодно-монтажные операции. Монтируются механизмы крепления и вертикального перемещения анодного массива, анодная ошиновка. Проверяется электроизоляция анодной части электролизера и газоходов, а также качество монтажа остальных механизмов, конструкций и ошиновки.

Пуск после капитального ремонта электролизёров с самообжигающимися анодами может производиться с формовкой новых анодов или с использованием старых анодов, перешедших от ремонтируемой ванны. При формовке новых анодов имеет место следующая последовательность операций. Смонтированный анодный кожух опускается до уровня подины, и внутри его

устанавливаются алюминиевые листы (обечайка). Обечайка охватывает по периметру весь анод и дает возможность при обжиге сохранить прямоугольную форму анода и предотвратить растекание анодной массы при расплавлении.

На электролизёрах с верхним токоподводом следующей операцией после монтажа обечайки является установка анодных штырей, которые предварительно подготавливают следующим образом. К нижнему концу каждого штыря приваривают стальной стержень с алюминиевым диском (подставкой). Высотой и сечением подставки задают горизонты штырей, обеспечивающие равномерное распределение тока по подине и её равномерный прогрев. После установки всех штырей анодную раму опускают в нижнее положение, производят затяжку контактов. Далее в анод загружают анодную массу в виде мелких брикетов и разравнивают её равномерно по всей поверхности между анодными штырями и по периферии анода на всю высоту анодного кожуха. После формовки анода устанавливают газосборный колокол, чем и заканчивается монтаж электролизера.

При капитальном ремонте электролизёров с верхним токоподводом, как правило, производится замена или ремонт анодного кожуха. Для этого старый анодный кожух разрезается и снимается с анода. Если состояние этого кожуха позволяет использовать его для последующей компании, то производится его ремонт с восстановлением первоначальной геометрической формы и необходимыми конструктивными изменениями. Если это невозможно, то устанавливается новый кожух.

Перед установкой нового или восстановленного кожуха боковые грани анода подвергаются обрубке с таким расчётом, чтобы анод свободно разместился в новом анодном кожухе.

Когда анод установлен в анодный кожух, зазоры, образовавшиеся между стенкой кожуха и анодом, тщательно уплотняются. Для этого может использоваться алюминиевая стружка, которой набивается нижняя часть зазора. Далее засыпается вторичный криолит, поверх которого подсыпается

анодная масса. В процессе обжига подсыпаются дополнительные порции анодной массы и делается всё необходимое для предотвращения её протёков и формирования боковой поверхности анодов.

Для электролизеров с боковым подводом тока процедура формовки анода может производиться с использованием жидкой или мелкобрикетной массы. В первом случае производят загрузку жидкой массы и по мере заполнения кожуха забивают все 4 ряда штырей под заданным углом. Если обжиг производится с мелкобрикетной массой, то два нижних ряда штырей устанавливаются до загрузки массы. Штыри устанавливаются с металлическими подставками. Загрузку производят на высоту до 1,0-1,2 м, а дальнейшее наращивание слоя массы производится во время обжига.

На электролизерах с предварительно обожженными анодами процедура монтажных операций сводится к монтажу анодной ошиновки, балки-коллектора с механизмами привода и установке смонтированных анодов.

Демонтаж электролизеров происходит следующим образом:

Футеровка катодного устройства электролизера, а также часть механизмов и металлических узлов при капитальном ремонте подлежат замене. Отключение электролизера на капитальный ремонт производится в следующих случаях:

- при разрушении угольной футеровки подины и проникновении расплава под угольные блоки, при подплавлении катодных стержней и огнеупорных материалов, что приводит к нарушению стабильной работы ванны и попаданию в алюминий примесей железа и кремния;

- при сильной деформации катодного кожуха, приводящей к нарушению целостности футеровки ванны;

- при возникновении факторов аварийного характера (прорыв металла и электролита, длительный перерыв в питании электрическим током), а также по другим причинам, делающим невозможным дальнейшую эксплуатацию электролизеров.

Кроме того, капитальный ремонт электролизеров производится по установленному графику. В таких случаях производится отключение электролизеров с максимальным сроком службы в плановом порядке, что позволяет избежать аварийных работ по экстренному отключению ванн.

Перед отключением на капитальный ремонт персонал цеха стремится слить максимально возможное количество электролита и алюминия, что в последующем облегчит расчистку шахты. Далее анод замыкают на металл и шунтируют ошиновку при минимальном напряжении на ванне, замыкая катодную ошиновку накоротко. Ток направляется мимо отключаемого электролизера. В случаях, когда напряжение на электролизере не удается снизить до 1,5 – 2,0 В, отключение производят при сниженной нагрузке на серии. В аварийных случаях, когда необходимо экстренное отключение, нагрузку на серии снимают полностью.

Сразу же после отключения электролизера анод (или анодный массив на ваннах с обожженными анодами) быстро поднимают, предупреждая застывание его в электролите, что в последующем крайне затруднит операции демонтажа. После подъема анода быстро сливают не застывшие металл и электролит, а оставшаяся часть расплава в течение определенного времени остывает до затвердевания. Анод извлекается из ванны с помощью мостового крана.

Анодные огарки электролизера с предварительно обожженными анодами также извлекаются и отправляются на переработку. Остывший электролит выбивают в виде кусков «оборотного электролита», складывают его как ценный материал для технологических нужд.

После извлечения кускового электролита для ускорения охлаждения катода и облегчения производства демонтажных работ в ванну заливают воду. Вода вступает в химическую реакцию с электролитом, карбидом алюминия, с внедрившимся в угольную футеровку натрием, что приводит к разбуханию и разрушению футеровки.

Верхний слой подины, богатый электролитом, удаляют при демонтаже в виде так называемой «пушёнки» отдельно и в дальнейшем используют при пуске электролизеров для наплавления электролита. Удалив «пушёнку», извлекают из ванны остатки застывшего алюминия. Этот металл содержит большое количество железа, что следует учитывать при переплавке его на нормально работающих электролизёрах. Оставшуюся часть, обогащенную углеродом и примесями, направляют в отвалы, либо используют в других отраслях промышленности как раскислитель.

Дальнейшие операции по демонтажу ванн производятся в следующем порядке: разборка футеровки, удаление блюмсов, разборка и удаление кирпичной кладки цоколя, осмотр кожуха и опор. Если металлический катодный кожух пригоден для повторного использования, то он ремонтируется, если нет - то направляется на утилизацию. Для электролизеров с напольным размещением катода демонтаж заканчивается разборкой фундамента (если его нельзя использовать повторно). Производится также ревизия бетонных конструкций между электролизерами, шинных каналов и средств газоотсоса.

Катодные устройства электролизеров без днища демонтируют на месте, катодные кожухи с днищем транспортируют кранами в торец корпуса на специально оборудованные стенды, где и осуществляют демонтаж и в последующем монтаж футеровки.

На больших алюминиевых заводах имеются специализированные цехи капитального ремонта электролизеров, куда и доставляются для демонтажнo-монтажных операций отработанные катодные устройства. Производство таких работ на специализированных участках, а также наличие оборотных катодных кожухов позволяет значительно уменьшить простой электролизеров в капитальном ремонте и повысить качество ремонта.

2 Анализ деятельности ООО «Русская Инжиниринговая Компания»

В данном разделе рассматривается анализ деятельности предприятия, информация в этой главе была изъята, так как сведения имеют коммерческую ценность.

2.8 Резервы снижения затрат на капитальный ремонт

Неисправности в работе электролизеров — это отклонения от нормального режима работы электролизера, вызываемые многими причинами и приводящие к снижению производительности, увеличению расхода материалов и электроэнергии, уменьшению срока службы электролизеров и в некоторых случаях — к выходу их из строя. При отклонении от нормального режима могут снижаться все технико-экономические показатели работы электролизера.

Капитальный ремонт, представляет собой самый сложный, длительный и дорогостоящий процесс, связанный с разборкой оборудования и узлов, детальный осмотр, промывка, протирка, заменой основных деталей, разборкой двигателей, трансформаторов, полная, проверка на технологическую точность обработки, восстановление мощности, производительности по стандартам. Капитальный ремонт, как правило, сопровождается снятием оборудования с фундамента, с последующей сборкой и испытанием, поэтому следует выявить резервы снижения затрат на капитальный ремонт электролизеров.

Резервами по снижению себестоимости считаются элементы осуществляемых затрат, за счёт экономии которых можно произвести снижение издержек производства[8].

К основным резервам, связанным со снижением себестоимости будут относиться:

- снижение расхода материалов;
- увеличение срока службы электролизеров;
- уменьшение расхода на оплату труда;
- использование высокопроизводительного оборудования.

Материальные затраты, занимают большой удельный вес в структуре себестоимости ремонта, поэтому даже небольшие сбережение сырья, материалов, топлива и энергии, могут дать предприятию значительный эффект.

Удлинения срока службы электролизера.

Срок службы оборудования - это календарное время эксплуатации, обусловленное уровнем морального и физического износа оборудования. Нормативный срок службы устанавливается на основе единых норм амортизационных отчислений на полное восстановление основных фондов. Проблемы увеличения срока службы электролизеров объясняется влиянием на него ряда факторов: конструкция катода и анода, качество материалов, технологический уровень монтажных работ, технология обжига и пуска, качество глинозема, состав электролита, температурный и энергетический баланс при эксплуатации электролизера. В удельном весе всех факторов, существенно влияющих на срок службы электролизера, материалы и технологии обжига и пуска составляют более 30 %.

С учетом сложности конструкции и высокой стоимости электролизера в промышленности постоянно уделяют особое внимание вопросу улучшения свойств катодных материалов и совершенствованию технологии обжига и пуска.

Только сделанный вовремя ремонт обеспечивает сохранность основных средств и высокие показатели работы электролизера. Для электролизеров здесь имеет особое значение их постоянная работа. Частое отключение электролизеров и последующий пуск значительно уменьшают срок их службы[9].

Срок работы электролизеров может быть намного увеличен, если тщательно вести их монтаж, применять высококачественные стандартные материалы и запасные части, изготовленные на специальных предприятиях или в заводских вспомогательных цехах.

Затраты на оплату труда составляет немаловажную долю в себестоимости. Уменьшение этой статьи расхода не может идти за счет полного снижения заработной платы. Основным резерв уменьшения затрат по этой статье — постоянное повышение производительности труда рабочих путем внедрения новой техники, модернизации устаревшего оборудования, механизации и автоматизации производственных процессов, а так же за счет:

- сокращения времени, затрачиваемого на выполнение операции;
- увеличения количества единиц оборудования, обслуживаемых рабочими;
- снижения квалификации работы путем ее упрощения;
- уменьшения количества операций.

Так же, можно добиться существенного снижения затрат на ремонт электролизеров, применяя более производительное оборудование.

Современное оборудование, как правило, является более производительным и требует меньше затрат при эксплуатации, как в то время затраты на обслуживание морально устаревшего оборудования могут быть очень значительны.

Использование высокопроизводительное оборудование – один из ключевых факторов успешного развития предприятия вне зависимости от его масштабов и специализации. Использование такого оборудования при ремонте дает следующие преимущества:

- повышение производительности труда;
- уменьшение длительности производственных процессов;
- сокращение энергозатрат;
- снижение отходов;
- уменьшение трудозатрат по обслуживанию оборудования.

3 Направления совершенствования процесса ремонта алюминиевых электролизеров

3.1 Увеличение срока службы электролизеров

Электролизер – очень дорогое оборудование, поэтому увеличение срока его службы позволяет снизить затраты на производство, увеличить выпуск металла и производительность труда.

Эффективность эксплуатации электролизера оценивают несколькими факторами, а именно:

- сила тока;
- обеспечение высокого срока службы;
- выполнение требований технологии для получения максимального выхода по току (% наработки алюминия от максимально возможного теоретически, от 88% до 95%) при минимальном расходе электроэнергии.

Сила тока или нагрузка на электролизёр характеризуют его производительность. Чем выше сила тока, пропускаемого через электролизёр, тем больше продукта можно получить при эксплуатации электролизёра.

Выход по току является критерием оценки эффективности использования энергии на производство алюминия и выражается как отношение теоретически возможной массы производимого металла к практической, поэтому важно своевременно отслеживать изменения данного показателя.

Срок службы электролизеров зависит от множества факторов :конструкция электролизеров, монтаж или ремонт катода или электролизер в целом, используемые материалы, энергоснабжение серии ванн, обжиг, пуск и технологию ведения процесса.

Конструкция электролизера определяется организацией проектировщиком данного электролизера и любые ее изменения требуют привлечения высококвалифицированного персонала инжиниринговых организаций, так как электролизер является сложной технологической системой и внесение в нее даже небольших конструктивных изменений может привести к ухудшению технико -экономических показателей его работы и сокращению срока службы[19].

Если ремонтный персонал не соблюдается требования конструкторской или технологической документации то тем самым в результате его работы собранный электролизер является иным(отличающимся) от утвержденной документации , соответственно его показатели работы и срок службы могут значительно отличаться в сторону ухудшения от проектных.

Использование новых материалов, вовлечение некондиционных материалов с их частичной доработкой, является перспективным направлением для повышения эффективности работы электролизера и снижения его стоимости.

Обжиг электролизера одна из важнейших операций, которая осуществляет подготовку материалов электролизера к эксплуатации, за счет температурного воздействия, для исключения растрескивания материалов за счет температурного воздействия очень важно обеспечить равномерный постепенный прогрев подины электролизеров.

В связи с этим, была проведена программа по переводу всех эксплуатируемых на ОАО «Русал» Красноярск типов электролизеров на обжиг с помощью газопламенной установки Hotwork (Англия).

Газопламенные системы имеют ряд преимуществ перед электрическим обжигом:

Благодаря укрытию электролизёра с целью образования «камеры сгорания», а также применению высокоскоростных горелок, тепловая энергия удерживается и распределяется по катоду более равномерно, что позволяет избежать локальных перегревов и растрескивания в результате теплового удара при заполнении ванны электролитом.

Пуск электролизёра осуществляется более равномерно, напряжение электролизёра ниже (как правило, менее 10 В).

- ванна раньше выходит на рабочий режим.
- срок службы ванны продлевается более чем на 25%.

Большая часть канцерогенных паров пека, выделяемых в процессе обжига, сгорает в «камере сгорания».

Работы проведены в рамках модернизации производства и направлены на увеличение срока службы электролизеров, сокращение затрат и снижение количества отходов. Монтаж и пуско-наладочные работы оборудования выполнили специалисты Сервисного центра Русала(РУС-инжиниринг).

При обжиге электролизеров при помощи Hotwork производится предварительный равномерный нагрев электролизной ванны, что увеличивает срок ее службы. Новое оборудование для обжига опробовано на всех типах электролизеров и уже отлично зарекомендовало себя.

Основной целью модернизации является улучшение технико-экономических показателей завода, в частности увеличение выпуска алюминия, выхода по току, силы тока. Кроме того, модернизация позволяет снизить экологическую нагрузку, увеличить производительность труда и заработную плату. Инвестиции РУСАЛа в модернизацию составили около 150 млн. долларов. За это время срок службы электролизеров увеличился на 40 процентов, на 25,8 процента увеличилась производительность труда, зарплата выросла с 20,5 тысяч рублей до 25,5 тысяч рублей.

3.2 Использование новых материалов

Материальные ресурсы – один из важнейших элементов производственного цикла любого предприятия; они представляют собой предметы труда, которые используются для изготовления продукции, выполнения работ, оказания услуг. Они целиком потребляются в каждом производственном цикле, полностью перенося свою стоимость на стоимость производимой продукции[17].

Снижение показателей на единицу продукции (работ, услуг) – является одним из показателей эффективности работы предприятия. Оно достигается путем[19]:

- снижения норм расхода материалов;
- замены дорогостоящих материалов более дешевыми;
- рационального использования сырья и материалов;
- снижения стоимости сырья и материалов;
- сокращения потерь и отходов;

Технология ремонта футеровки катодной части электролизеров много лет не изменялась. Использование традиционных материалов создавало определенные проблемы в процессе ремонта, эксплуатации электролизера и утилизации использованной футеровки.

На рисунке 14 представлен процесс ремонта футеровки электролизера.



Рисунок 14 – Монтаж футеровки электролизера

В связи с этим, появилась идея использования нового материала – полукокса бурого угля .

Для этого ОК «Русал» и ОАО «Сибирская угольная энергетическая компания» (СУЭК) совместно разработали технологию использования полукокса бурых углей в производстве кремния, что может ежегодно экономить "Русалу" около 50 миллиардов рублей.

Были проведены промышленные испытания в декабре 2013 года на входящем в компанию ЗАО «Кремний» в Шелехове.

Планировалось, что изготовление таких брикетов возможно организовать на площадке Березовского угольного разреза».

Главный плюс полукокса бурых углей – доступность и дешевизна сырья. В нашем крае чрезвычайно богатые залежи бурого угля. При непрерывном росте цен на традиционные футеровочные материалы для электролизеров это весомый аргумент.

«Русал» хочет заменить более дорогие колумбийские угли, которые используются этом виде производства, на российский бурый уголь. Кремний необходим «Русалу» для производства сплавов. Примерный объем годовой потребности "Русала" в углях – около 50 тысяч тонн, для производства 1 кг кремния необходимо затратить 1,4 килограмма угля[24].

В таблице 11 представлены качественные характеристики полукокса бурого угля.

Таблица 11 – Качественные характеристики полукокса

Показатели	Исходный бурый уголь	Полукокс	Технические требования металлургического производства
Зольность, %	5,2	0-10	Не более 15
Выход летучих веществ, %	44,5	5-15	Не более 12
Массовая доля общей влаги, %	22,6	0-10	Не более 12
Теплота сгорания, ккал/кг	5100	6500-7000	Выше 6000

Исходя из полученных качественных характеристик, можно говорить, что получаемый буроугольный полукокс будет удовлетворять требованиям металлургических производств. Цена полукокса бурого угля колеблется от 1200 до 2000 руб./т

Такой материал дешевле традиционного в 3-5 раз, при этом он имеет массу преимуществ. В частности, обладает хорошими теплофизическими,

химическими и деформационными свойствами, не требует больших трудозатрат при укладке. По окончании срока эксплуатации не менее 60-70% полукокса может быть использовано повторно.

Капитальный ремонт по новой технологии футеровки уже прошли около 100 электролизеров разных типов.

Экономический эффект от замены традиционных материалов на неформованные, с учетом снижения трудозатрат при монтаже, составит от 60 до 200 тыс. руб. на электролизер, в зависимости от конструкции его катодного устройства.

Капитальные затраты на реализацию данного проекта будут окупаться за счет низкой себестоимости продукции (данного материала) относительно высокого уровня цен на качественное углесодержащее сырье.

3.3 Применение высокопроизводительного оборудования

Применение высокопроизводительного оборудования при ремонте электролизеров дает возможность существенно снизить затраты на ремонт, улучшить производительность работ, путем облегчения обслуживания оборудования и снизить трудозатраты.

В процессе ремонта электролизеров используется различное оборудование, такое как краны, установки инсталляции, сварочные аппараты, пилы дисковые, домкраты и бетоносмесители.

От производительности оборудования зависит длительность ремонта одного электролизера, а это в свою очередь влияет на себестоимость ремонта, поэтому целесообразно применять высокопроизводительное оборудование при ремонте электролизеров для того чтобы улучшить качество ремонта и снизить себестоимость на ремонт.

На ОАО «Русал» внедряется новая конструкция электролизера С8 БМэ, данная конструкция электролизера подразумевает использование бетона в

цокольной части футеровки катодного устройства, поэтому при ремонте требуется такое оборудование как бетоносмеситель, от производительности которого будут зависеть затраты на ремонт электролизеров.

В настоящее время используется бетоносмеситель СБ -750 со скипом[25].

Гравитационный бетоносмеситель СБ-750 с максимальной загрузкой не более 750 литров предназначен для приготовления подвижных бетонных смесей .

Осуществляет полный цикл перемешивания 70 миллиметров материала в течении двух минут. Оснащен скиповым подъемником и опрокидывающейся емкостью для перемешивания смеси .

Питание гравитационного бетоносмесителя осуществляется от стандартной сети в 380 В, при этом благодаря гравитационной модели перемешивания итоговая мощность не превышает 9,6 кВт. На рисунке 15 представлен гравитационный бетоносмеситель СБ-750[25].



Рисунок 15 - гравитационный бетоносмеситель СБ-750

В таблице 12 представлены технические характеристики бетоносмесителя СБ-750.

Таблица 12 – Технические характеристики бетоносмесителя СБ-750 со скипом

Объем по загрузке сухими составляющими, л	750
Объем готового замеса, л:	500
Врем перемешивания, с.	120
Частота вращения при перемешивании бетона, мин.-1	15
Угол наклона барабана к горизонту, град.:	
при загрузке и перемешивании	15
при выгрузке	45
Привод разгрузки/загрузки бетономешалки	электрический
Установленная мощность со скипом/без скипа, кВт	9,6
Объем емкости скипа, л	450
Крупность заполнителя, мм, не более	70
длина	4600
ширина	2280
высота	3600
Масса, кг	2400

Технические специалисты Центра капитального ремонта электролизера выдвинули предложение по замене данного бетоносмесителя СБ-750 со скипом на бетономешалку СБ-138 Б, так как это позволит снизить трудозатраты на приготовление раствора бетона, снизить количество отходов бетона за счет уменьшения количества замесов, а так же снизить трудозатраты по выгрузке оборудования и его обслуживанию за счет облегчения доступа персоналу, упрощение процесса откачки отходов.

Бетоносмеситель СБ-138 Б – самый большой по габаритным размерам и, соответственно, самый высокопроизводительный.

Бетономеситель СБ-138Б относится к смесителям с принудительным способом перемешивания и цикличного действия. Установка имеет неплохие эксплуатационные показатели, эффективна и эргономична[25].

На рисунке 16 представлен бетономеситель СБ-138Б.



Рисунок16 – Бетономеситель СБ-138Б

- Перемешивание материала осуществляется вращающимся ротором с лопатками. Двигатель и редуктор расположены в верхней части бетономешалки и это обеспечивает легкий доступ ко всем основным узлам бетономешалки;
- Габаритные размеры длина 2850мм, ширина 2725мм, высота 1860мм;
- Масса бетономешалки – 3500кг;
- Установленная мощность эл.двигателя – 37кВт;
- Объем готового замеса бетонных смесей – 1000л.

В таблице 13 представлены все основные технические характеристики бетономешалки СБ-138Б.

Таблица 13 – Основные технические характеристики бетономесителя СБ-138Б

Наименование показателя	Единицы измерения	Значение
Объем по загрузке сухими составляющими	л	1500±150
Объем готового замеса:		

Окончание таблицы 13 - Основные технические характеристики бетоносмесителя СБ-138Б

бетонных смесей	л	1000±100
строительных растворов	л	1200±120
Продолжительность перемешивания при приготовлении:		
бетонных смесей (не более)	с	30
строительных растворов (не более)	с	65
Крупность заполнителя (не более)	мм	70
Частота вращения ротора	об/мин	22,7
Установленная мощность электродвигателя	кВт	37
Рабочее давление в пневмоцилиндре	кгс/см ²	6
Габаритные размеры		
длина (не более)	мм	2850
ширина (не более)	мм	2725
высота (не более)	мм	1860
Масса, кг не более	кг	3500
Частота тока	Гц	50
Напряжение цепей управления	В	220
Напряжение силовых цепей	В	380

Цена данного бетоносмесителя составляет на данный момент составляет 696 200 рублей.

Ниже в таблице 14 будет представлена сравнительная характеристика технических показателей бетоносмесителей.

Таблица 14 - Сравнительная характеристика бетоносмесителей

Показатели	Бетоносмеситель СБ-750	Бетоносмеситель СБ-138Б
Объем готового замеса, л	500	1000

Окончание Таблицы 14 – Сравнительная характеристика бетоносмесителей

Время 1 замеса, с	120	90
Трудоемкость, чел/час	3	2,25
Объем отходов, м ³	11,2	6

Исходя из выше написанного можно сказать, что новый бетоносмеситель превосходит по характеристикам старый.

Объем готового замеса больше, что говорит об уменьшении трудозатрат по приготовлению раствора, так как циклов приготовления меньше, а раз циклов приготовления меньше, следовательно, можно сделать вывод, что произойдет уменьшение отходов от раствора, так же уменьшились трудозатраты на обслуживание оборудования.

В подпункте 3.3.1 будет проведен расчет эффективности использования нового бетоносмесителя СБ-138Б, тем самым доказана его целесообразность замены.

3.4 Оценка эффективности применения бетоносмесителя СБ -138Б для бетонирования фундаментов

С применением старого бетоносмесителя предприятие несло определенные неудобства и затраты при ремонте электролизеров, такие как высокая трудоёмкость, ухудшение производительности работ и увеличение трудозатрат, в связи с этим есть необходимость замены оборудования на более высокопроизводительное, нежели старое.

Для реализации проекта ООО «Русская Инжиниринговая Компания» необходимо произвести замену неэффективного бетоносмесителя СБ-750 на более производительное оборудование, такое как бетоносмеситель СБ-138Б. Прежде всего проведем расчет капитальных затрат на замену бетоносмесителя.

В таблице 15 приведены капитальные затраты на покупку бетоносмесителя.

Таблица 15 – Капитальные затраты на покупку бетоносмесителя

Показатели	Значения , тыс.руб
Стоимость бетоносмесителя	696,2
Стоимость транспортных расходов и монтажа	73,53
Общая сумма капитальных затрат	769,7

Из представленной таблицы итоговая сумма капитальных затрат на приобретение оборудования составляет 769,7 тыс. руб.

Далее будет приведен расчет экономии при использовании бетоносмесителя СБ-138Б.

В данном проекте экономия при использовании бетоносмесителя СБ-138Б будет увеличиваться за счет :

- снижения оплаты труда;
- уменьшения отходов от раствора

Прежде чем провести расчет экономии за счет снижения оплаты труда, необходимо рассчитать трудозатраты на 1 электролизер.

Трудозатраты на один электролизер при использовании бетоносмесителя СБ-750:

На 1шт электролизера С8-БМ выходит 0,75м³(объем готового замеса) * 4 замеса = 3м³

$$0,75 \text{ чел/час} * 4(\text{замеса}) = 3 \text{ чел/час}$$

Трудозатраты на один электролизер при использовании бетоносмесителя СБ-138Б:

$$\text{На 1шт электролизера С8-БМ получается } 1 \text{ м}^3 * 3(\text{замеса}) = 3 \text{ м}^3$$

$$0,75 \text{ чел/час} * 3 \text{ замеса} = 2,25 \text{ чел/час}$$

Можно сказать, что время замеса раствора уменьшилось с 3чел/час до 2,25чел/час, это связано с тем, что максимальная загрузка старого бетоносмесителя составляет не более 750 литров, а в новом 1000 литров, в

связи с этим время замеса сократилось на 0,75 чел/час., следовательно, произошло уменьшение циклов приготовления раствора на 25%.

Уменьшение расходов на заработную плату в результате снижения трудоемкости определяется по формуле:

$$\Delta_t = (T_0 * Ч_0 - T_1 * Ч_1) * O_{сн} * K_p \quad (1)$$

где Δ_t – экономия затрат на оплату труда; T_0, T_1 – трудоемкость в человеко-часах до и после проведения мероприятия; $Ч_0, Ч_1$ – часовая тарифная ставка одного рабочего; $O_{сн}$ – отчисления на социальные нужды; K_p – количество ремонтов в год.

Исходные данные для расчета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – данные для расчета экономии за счет снижения затрат руда

Показатели	Значения	
	До проведения мероприятия	После проведения мероприятия
Трудоемкость, чел/час	3	2,25
Часовая тарифная ставка 1 рабочего, руб	326	
Отчисления на социальные нужды, %	37,29	
Количество ремонтов в год	400	

Тогда, $\Delta_t = (3 * 326 - 2,25 * 326) * 1,37 * 400$ ремонтов = 133,986 тыс.руб.

Далее рассчитаем экономию за счет уменьшения отходов от раствора .

Отходы от раствора – это застывший бетон ,который не удается выгрузить из бака бетоносмесителя, в связи с этим предприятие несет потери, чтобы уменьшить потери необходимо рационально подойти к решению вопроса по замене бетоносмесителя.

В таблице 17 представлен состав для приготовления огнеупорного раствора и их стоимость.

Таблица 17 – Материалы для приготовления огнеупорного раствора

Приготовление раствора			
ЗШБ	5%	4489 руб/т	2244руб
Стекло	25%	7615руб/т	1903руб
МШ- 39	20%	7314руб/т	1462руб
Na	5%	14935руб/т	746руб
Стоимость 1%		63,55руб	

где ЗШБ – наполнитель шамотный , стекло – жидкое стекло ,добавляют для ускорения застывания раствора бетона и повышения жаростойкости до 1000 градусов, МШ-39 – огнеупорный шамотный мертель.

До замены бетоносмесителя, процент отходов составлял 7%, это значение было получено в процессе прохождения практики на ООО «Русская Инжиниринговая Компания», для расчета эффекта я взяла это значение в своей работе.

Снижение количества отходов на 2% произошло за счет уменьшения количества замесов на 25%.

Рассчитаем экономию от отходов в денежном выражении.

Формула для расчета экономии от отходов представлена ниже.

$$Э_{отх} = С_p * 3 * К_p, \quad (2)$$

где C_p – стоимость 1% раствора, 3 – количество замесов внедряемого оборудования, K_p – количество ремонтов в год.

Стоимость 1% раствора представлена в таблице 17.

$$Э_{отх} = 63,55 * 2\% * 3 * 400 = 152,52 \text{ тыс.руб}$$

Итого за год получается 152, 52 тыс.руб экономии за счет уменьшения отходов на 2%.

Результаты расчетов представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Результаты расчетов экономии по затратам на ремонт электролизеров

Показатели	Сумма, тыс.руб
Снижение затрат на оплату труда	133,986
Уменьшение отходов	152,52
Итого	286,51

В итоге общая сумма экономии при снижении оплат труда и уменьшении отходов составляет 286,51 тыс.руб.

На основе проведенных расчетов можно сделать вывод, что замена оборудования доказала свою эффективность и целесообразность, так как произошло снижение трудозатрат для приготовления раствора на 0,75чел/час, а так же снижение количества отходов бетона на 2% за счет уменьшения количества циклов приготовления раствора.

Последним этапом и немаловажным экономическим обоснование эффективности замены оборудования является расчет срока окупаемости оборудования и рентабельность.

Срок окупаемости общих капитальных вложений определяется по следующей формуле:

$$T_0 = K_0 / П \quad (3)$$

где T_0 – срок окупаемости общих капитальных вложений, лет;

K_0 - общая сумма капитальных вложений, тыс. руб.;

$П$ – прибыль, полученная от капитальных вложений в процессе замены оборудования, тыс. руб.

$$P = Э_0 / K_0, \quad (4)$$

Где P – рентабельность, % , $Э_0$ – общая экономия на себестоимости, K_0 – общая сумма капитальных затрат.

В таблице 19 приведены результаты расчета эффективности использования бетоносмесителя СБ-138Б

Таблица 19 – Результаты расчета эффективности использования оборудования

Показатели	Значения
Общая сумма капитальных затрат, тыс. руб	769,7
Экономия за счет снижения затрат на капитальный ремонт электролизеров, тыс. руб.	286,51
Срок окупаемости, лет	2,7
Рентабельность инвестиций, %	37,2

В заключении можно сделать вывод, о том, что замена на более производительное оборудование было целесообразным, это доказывается тем, что :

- Произошло уменьшение трудозатрат по приготовлению раствора (уменьшение циклов приготовления)
- Снижение отходов (уменьшение циклов приготовления)
- Улучшение производительности работ:
 - путем упрощения выгрузки смеси
 - облегчение обслуживания оборудования
- Уменьшение трудозатрат по обслуживанию оборудования, упрощение откачки отходов.

Капитальные затраты будут окупаться около 3х лет, рентабельность составила 36,9%, что говорит о том, что проект рентабелен и в процессе предприятие получит выгоды от замены оборудования.

На рисунке 17 представлено влияние показателя выпуска оборудования при капитальном ремонте электролизеров.

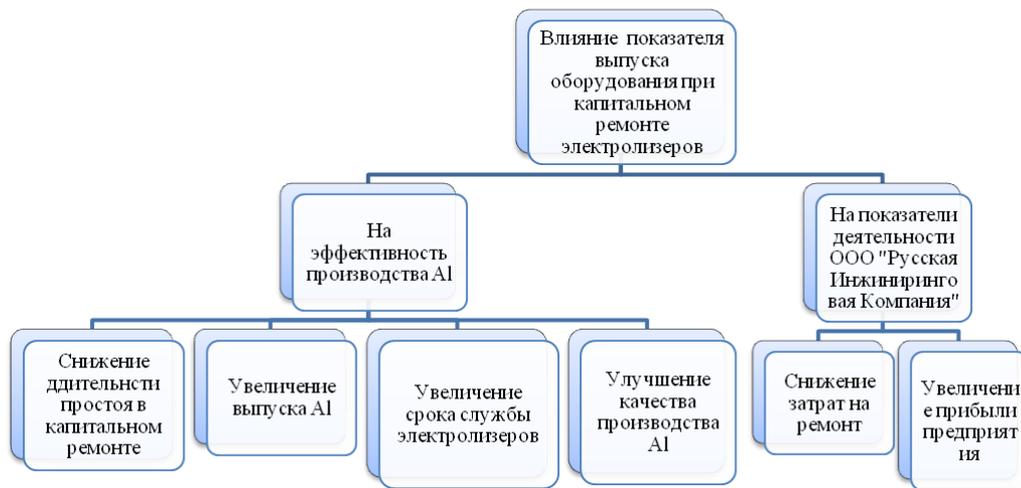


Рисунок 17 – Влияние показателя выпуска оборудования при капитальном ремонте электролизеров

Заключение

В ходе выпускной квалификационной работы изучены основные этапы процесса проведения капитального ремонта электролизеров, проанализированы финансовая и хозяйственная деятельность предприятия, выявлены и проанализированы направления совершенствования процесса ремонта электролизеров, проведена экономическая оценка предложений по эффективности применения высокопроизводительного оборудования.

В первой главе были даны основные сведения о предприятии ООО «Русская Инжиниринговая Компания». Компания, входящая в инжинирингово - строительный дивизион Объединенной Компании РУСАЛ, выполняющее строительство новых и модернизацию существующих предприятий, а также ремонт и обслуживание промышленного оборудования.

РУСАЛ поднял его на высоту наравне с алюминиевыми и глиноземными заводами, так как ремонты – это неотъемлемая часть всего процесса производства, сильно влияющая на производительность и себестоимость продукции предприятий Русала. Так же в первой главе был рассмотрен технологический процесс ремонта электролизеров.

Во второй главе финансовый анализ показал, что темпы внеоборотных активов снизились на 1,26 %, это связано с начислением амортизации, а то есть с физическим износом производственных мощностей, чем больше в компании внеоборотных активов, тем больше финансовых ресурсов требуется для их поддержания, так как основные средства занимают большую часть в структуре внеоборотных активов(67,99%), их уменьшение оказало наибольшее влияние. Оборотные активы уменьшились, при этом запасы увеличились на 8 572 тыс.руб., дебиторская задолженность снизилась на 28 478 тыс.руб., можно сказать, что покупатели предприятия стали раньше оплачивать свои счета. Предприятие имеет нормальное финансовое состояние, т.е. предприятие обладает платежеспособностью, все запасы и затраты полностью покрываются

нормальными источниками финансирования: собственными оборотными средствами, краткосрочными кредитами и займами.

Анализ хозяйственной деятельности предприятия показал, что показатели за 2015 год хуже, чем за 2014 год, выручка уменьшилась на 449 009 тыс. руб., а затраты выросли на 155 532 тыс. руб. В 2015 году в ЦКРЭ наибольший удельный вес в структуре выручки приобрел капитальный ремонт. В структуре затрат наибольший удельный вес занимают материальные затраты, что даёт право назвать производство материалоемким. Выросла себестоимость ремонтов оборудования, для этого была поставлена задача выявить и проанализировать основные пути снижения затрат на ремонт электролизеров, с целью снижения себестоимости ремонтов.

В третьей главе были рассмотрены направления совершенствования процесса ремонта алюминиевых электролизеров. В ходе работы были выявлены такие направления как :увеличение сроков службы электролизеров, использование новых материалов, а основным направлением стало использование высокопроизводительного оборудования . Применение высокопроизводительного оборудования при ремонте электролизеров дает возможность существенно снизить затраты на ремонт, улучшить производительность работ, путем облегчении обслуживания оборудования и снизить трудозатраты. Далее оценивались результаты применения высокопроизводительного оборудования при ремонте электролизеров.

В ходе экономической оценки данного направления было выявлено, что замена устаревшего оборудования на более производительное целесообразно, так как удалось уменьшить трудозатраты , снизить отходы и улучшить производительность работ. Капитальные затраты будут окупаться около 3х лет, рентабельность составила 36,9%, что говорит о том, что проект рентабелен и в процессе предприятие получит выгоды от замены оборудования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Официальный сайт компании ОАО «Русал». – Режим доступа: <http://www.rusal.ru/>
- 2 Официальный сайт компании ООО «РУС – Инжиниринг».- Режим доступа: <http://rusal-engineering.ru/contact/>
- 3 Мандричко Т.М. Анализ финансового состояния предприятия: Учеб. пособие/ ГАЦМиЗ. – Красноярск, 1997.
- 4 Техническая и экономическая документация ООО “РУС Инжиниринг”
- 5 Орлова В. С. Поиск резервов снижения затрат на материальные ресурсы // Молодой ученый. — 2014. — №4.2. — С. 141-143.
- 6 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://msh-pr.ru/prodolzhitel-nost-remonta-i-puti-ee-sokrashheniya/>
- 7 Троицкий И.А. Металлургия алюминия / И.А. Троицкий, В.А. Железнов. — М.: Metallurgia, 2011. - 398 с.
- 8 Минцис М.Я. Электрометаллургия алюминия. / М.Я. Минцис, П.В. Поляков, Г.А. Сиразутдинов. – Новосибирск: Наука, 2011. – 368 с.
- 9 Галевский Г.В. Металлургия алюминия. Электролизеры с анодом Содерберга и их модернизация / Г.В. Галевский, М.Я. Минцис, Г.А. Сиразутдинов. — М.: Наука, 2012. – 239 с
- 10 Галевский Г.В. Металлургия алюминия. Технология, электроснабжение, автоматизация: учебное пособие для вузов / Г.В. Галевский, Н.М. Кулагин, М.Я. Минцис, Г.А. Сиразутдинов. – М.: Наука, 2011. – 529 с
- 11 Янко Э.А. Производство алюминия. Пособие для мастеров и рабочих цехов электролиза алюминиевых заводов. – СПб.: Санкт-Петербургский Университет, 2011. – 376 с.
- 12 Бегунов А.И. Проблемы модернизации алюминиевых электролизеров. - Иркутск: ИрГТУ, 2011. - 105

- 13 Бажин В.Ю., Патрин Р.К. Современные способы переработки отработанной огнеупорной футеровки алюминиевого электролизера // Новые огнеупоры. - 2011. - №2. - С. 39-42.
- 14 Головных Н.В. Упрочнение технологических материалов и рециклинг отходов футеровки электролизеров алюминиевого производства // Экология промышленного производства. - 2012. - С. 47-52.
- 15 Пат. 2458185 РФ. Катодное устройство алюминиевого электролизера / В.М. Сизяков, В.Ю. Бажин, В.Н. Бричкин, Р.К. Патрин, А.А. Власов. Оpubл. 10.08.2012.
- 16 Пат. 2449060 РФ. Подина электролизера для получения алюминия / В.М. Сизяков, В.Ю. Бажин, В.Н. Бричкин, А.А. Власов, Р.К. Патрин. Оpubл. 27.04.2012
- 17 Скурихин В.В. Материалы для футеровки катодных кожухов алюминиевых электролизеров / В.В. Скурихин, С.И. Гершкович, О.С. Федорова // Цветные металлы Сибири.: сб. докл. - 2013. – С. 708 – 719.
- 18 Прошкин А.В. Анализ состояния и динамики износа бортовой футеровки в катодах алюминиевых электролизеров / А.В. Прошкин, В.В. Пингин, П.В. Поляков, А.М. Погодаев, Л.А. Исаева // Журнал Сибирского Федерального университета. - 2013. - С. 276- 284
- 19 Любушкин В.А. Срок службы электролизеров и объем капитального ремонта на алюминиевых заводах РУСАЛа // Цветные металлы. - 2012.- №08. - С. 47- 52.
- 20 Савинов В.Н. К вопросу о факторах влияния на срок службы электролизеров алюминия // Международная научно-практическая конференция Алюминий Сибири: сб.научн.статей. – 2012. – С. 55-70
- 21 Ойя Х., Сорлье М. Катоде в алюминиевом электролизе / Перевод с англ. П.В. Полякова. – Красноярск: Изд. КГУ, 1997. – 460 с. 58. Борисов В.И. Катоде: причины преждевременного выхода ванн из строя // Высшие

- российские алюминиевые курсы X: материалы научно-технической конференции. – 2011
- 22 Галевский Г.В. Экология и утилизация отходов в производстве алюминия. Учебное пособие для вузов / Г.В. Галевский, Н.М. Кулагин, М.Я. Минцис. – М.: Наука, изд. 2-е, 2011. - 261 с
- 23 Наумчик А.Н., Александровский С.В. Применение новых огнеупорных материалов в алюминиевых электролизерах. - Ленинград.: ЛГИ им. Плеханова, 2012. - 45 с
- 24 Отраслевые новости России [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.ruscable.ru/news/2016/01/15/SAZ_budet_remontirovaty_elektrolizery_c_ugolykom/
- 25 Производственное объединение Стройтехника, оборудование для строителей[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.str-t.ru/>

