

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Физико-технический

Специальность: 240601 Химическая технология материалов современной энергетики

Кафедра: «Химическая технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов»

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Тема работы	
Исследование процесса переработки литийсодержащих сточных вод производства металлического лития, производительностью 36 тонн/год по хлориду лития	
<u>УДК 661.834:628.3</u>	

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0411	Косарев Григорий Дмитриевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ХТРЭ	Передерин Юрий Владимирович	кандидат технических наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Тухватулина Лилия Равильевна	кандидат философских наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ХТРЭ	Акимов Дмитрий Васильевич			

По разделу «Автоматизация процесса»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭАФУ	Вильнина Анна Владимировна	кандидат технических наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ХТРЭ	Крайденко Роман Иванович	доктор химических наук		

Томск – 2017 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ООП 240601 «Химическая технология материалов современной энергетики»,

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
Р1	Демонстрировать глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания и детальное понимание научных принципов профессиональной деятельности
Р2	Ставить и решать инновационные задачи, связанные с получением и переработкой материалов и изделий ядерного топливного цикла, с использованием моделирования объектов и процессов химической технологии материалов современной энергетики
Р3	Эксплуатировать и совершенствовать действующие, разрабатывать и внедрять новые современные высокотехнологичные процессы и линии автоматизированного производства, обеспечивать их высокую эффективность, контролировать расходование сырья, материалов, энергетических затрат
Р4	Обеспечивать радиационную безопасность, соблюдать правила охраны здоровья и труда при проведении работ, выполнять требования по защите окружающей среды; оценивать радиационную обстановку; осуществлять контроль за сбором, хранением и переработкой радиоактивных отходов различного уровня активности с использованием передовых методов обращения с РАО
Р5	Уметь планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования в области изучения свойств и технологии материалов современной энергетики с использованием новейших достижений науки и техники, уметь обрабатывать и критически оценивать полученные данные, делать выводы, формулировать практические рекомендации по их применению; использовать основы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности
Р6	Разрабатывать новые технологические схемы, рассчитывать и выбирать оборудование, применять средства автоматизации, анализировать технические задания и проекты с учетом ядерного законодательства

<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Представлять современную картину мира на основе целостной системы естественнонаучных и математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры; иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем
P8	Воспринимать, обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области изучения свойств, методов и технологий получения и переработки материалов современной энергетики
P9	Применять иностранный язык в сфере коммуникаций и профессиональной деятельности, представлять результаты научных исследований и разработок в виде отчетов, публикаций, публичных обсуждений
P10	Уметь эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, руководить командой, быть способным оценивать, принимать организационно-управленческие решения и нести за них ответственность; следовать корпоративной культуре организации, кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности
P11	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт: Физико-технический

Направление подготовки (специальность): 240601 Химическая технология материалов современной энергетики

Кафедра: «Химическая технология редких, рассеянных и радиоактивных элементов»

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

____ Р.И. Крайденко
(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

дипломной работы

Студенту:

Группа	ФИО
0411	Косарева Григория Дмитриевича

Тема работы:

Исследование процесса переработки литийсодержащих сточных вод производства металлического литья, производительностью 36 тонн/год по хлориду лития	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	
Срок сдачи студентом выполненной работы:	18 января 2016 года

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	В настоящее время для получения металлического литья применяется единственная промышленная технология, основанная на электролитическом восстановлении хлорида лития в расплаве хлоридных солей. Целью данной работы является переработка жидких отходов производства металлического литья – литийсодержащих сточных вод.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Введение. 2. Аналитический обзор литературных данных. 3. Теоретическая часть. 3.1. Теория процесса. 4. Экспериментальная часть. 4.1. Методика проведения исследований. 4.1.4. Порядок проведения эксперимента. 4.2. Результаты и их обсуждение. 5. Укрупнённое проектирование. 5.1. Разработка и описание аппаратурно-технологической схемы. 5.2. Расчет материального баланса.

	5.3. Расчет теплового баланса. 5.4. Расчет основного аппарата. 5.4.1. Расчет геометрии и габаритов основного аппарата. 5.4.2. Механический расчет. 5.4.3. Гидравлический расчет. 6. Автоматизация процесса. 7. Охрана труда и техника безопасности. 8. Расчет себестоимости передела.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. Физико-химические основы процесса. 2. Результаты исследований. 3. Блок-схема с материальными потоками. 4. Аппаратурно-технологическая схема. 5. Сборочный чертеж основного аппарата А1 (ГОСТ 2.001-93..2.034-83). 6. Технико-экономические показатели.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Тухватулина Л.Р.
Социальная ответственность	Акимов Д.В.
Автоматизация процесса	Вильнина А.В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	3 октября 2016 года

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ХТРЭ	Передерин Ю.В.	Кандидат технических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
0411	Косарев Григорий Дмитриевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 99 с., 4 рис., 28 табл., 40 источников, 2 приложения.

Ключевые слова: хлорид лития, регенерация хлорида лития, литийсодержащие сточные воды, отходы электролиза, переработка сточных вод, переработка отходов электролиза, хлорид калия, регенерация хлорида калия.

Объектом исследования является процесс переработки литийсодержащих сточных вод и отходов электролиза.

Цель работы – совершенствование технологической схемы переработки литийсодержащих сточных вод цеха № 7 ПАО «НЗХК».

Хлорид лития, полученный путем химпередела сточных вод, не соответствует требованиям для раствора технического хлорида лития по содержанию примесей. Поэтому в настоящий момент процесс сушки раствора технического хлорида лития и хлорида лития, полученного в результате химпередела сточных вод, ведется на двух разных печах кипящего слоя. В целях сокращения расходов на содержание двух аппаратов в рамках дипломной работы предложен вариант ведения сушки на одной печи кипящего слоя.

В процессе работы проведен анализ существующей технологии, разработана новая технологическая схема переработки сточных вод и отходов электролиза.

В результате исследований разработан новый регламент ведения технологического процесса. Проведен расчет материального и теплового балансов технологической цепочки, произведен аппаратурный расчет, предложена функциональная схема автоматизации, рассмотрены основные опасности и вредности, а также рассчитана себестоимость передела.

Согласно аппаратурному расчету реактор обладает следующими техническими характеристиками:

- объем 6 м³;
- габариты: длина 2156 мм, ширина 2100 мм, высота 2982 мм;
- мощность электродвигателя 7 кВт;
- число оборотов мешалки 270 об/мин;
- масса аппарата 900 кг.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 8595-83. Лития гидроокись техническая. Технические условия.
2. ГОСТ 8774-75 Литий. Технические условия.
3. ГОСТ 857-95 Кислота соляная синтетическая техническая. Технические условия.

Сокращения

ПАО «НЗХК» – публичное акционерное общество «Новосибирский завод химконцентратов»;

ИТР – инженерно-технический работник;

МОП – младший обслуживающий персонал;

АО – амортизационные отчисления;

ПДК – предельно допустимая концентрация в рабочей зоне;

СИЗ – средство индивидуальной защиты;

АСУТП – автоматизированная система управления технологическим процессом;

ЭВМ – электронная вычислительная машина;

ПДВ – предельно-допустимый выброс.

Оглавление

Введение	12
1 Аналитический обзор литературных данных	14
1.1 Литий и его соединения	14
1.1.1 Лития хлорид LiCl	14
1.1.2 Лития гидроксид LiOH	16
1.1.3 Лития карбонат Li_2CO_3	16
2 Теоретическая часть	18
2.1 Теория процесса	18
3 Экспериментальная часть	19
3.1 Методика проведения исследований	20
3.2 Результаты и их обсуждение	22
4 Укрупнённое проектирование	23
4.1 Разработка и описание аппаратурно-технологической схемы	23
4.1.1 Описание технологической схемы переработки сточных вод	26
4.1.2 Описание аппаратурного оформления переработки сточных вод	28
4.1.3 Описание технологической схемы переработки щелочных растворов с установки «Экрил»	29
4.1.4 Описание аппаратурного оформления переработки щелочных растворов с установки «Экрил»	31
4.2. Расчет материального баланса	33
4.3 Расчет теплового баланса	38
4.3.1 Расчет энергии, необходимой для нагрева	38
4.3.2 Тепловой баланс процесса	39
4.3.3 Расчет теплообмена	40
4.3.4 Расчет коэффициентов теплоотдачи	41
4.3.5 Расчет теплового сопротивления стенки	42
4.3.6 Расчет коэффициента теплопередачи	42
4.4 Расчет основного аппарата	44

4.4.1. Расчет геометрии и габаритов основного аппарата	44
4.4.2 Расчет змеевика	46
4.4.3 Расчет мешалки и выбор мотора-редуктора	47
4.4.4 Механический расчет	48
4.4.4.1 Расчет опор	49
4.4.5 Расчет тепловой изоляции	51
4.4.6 Расчет штуцеров	52
4.5 Гидравлический расчёт	53
5 Автоматизация процесса.....	55
5.1 Описание аппаратурно-технологической схемы переработки сточных вод.	56
5.2 Перечень технологических параметров, подлежащих контролю, регулированию и сигнализации	57
5.3 Выбор первичных преобразователей	58
5.4 Автоматизация процесса с использованием ЭВМ.....	61
5.5 Действия оператора-технолога при ведении процесса	62
6 Охрана труда и техника безопасности	64
6.1 Общая характеристика производства	65
6.2 Микроклимат.....	69
6.3 Электробезопасность	70
6.4 Требования по соблюдению норм естественного и искусственного освещения	71
6.5 Требования по соблюдению норм по шуму и вибрации	72
6.6 Пожарная безопасность	73
6.7 Защита окружающей среды	75
7 Расчет себестоимости передела	77
7.1 Организация труда	77
7.1.1 Определение баланса времени одного рабочего	77
7.1.2 Расчет численности рабочих, служащих, руководителей и специалистов	78
7.1.2.1 Расчет численности основных рабочих.....	78
7.2.2 Расчет численности вспомогательного персонала	79
7.3 Расчет годового фонда заработной платы	80

7.3.1 Расчет фонда заработной платы основных рабочих.....	80
7.3.3 Расчет фонда заработной платы вспомогательных рабочих.....	82
7.3.4 Расчет фонда дополнительной заработной платы	83
7.3.5 Расчет годового фонда заработной платы руководителей, специалистов и служащих	84
7.4 Расчет капитальных затрат	85
7.5 Общепроизводственные расходы	86
7.5.1 Содержание и эксплуатация оборудования	86
7.5.2 Отчисления на амортизацию оборудования	86
7.6 Расчет технологических затрат.....	87
7.6.1 Затраты на электроэнергию	87
7.6.2 Затраты на охрану труда и технику безопасности.....	87
7.6.6 Отчисления на социальные нужды.....	87
7.7 Калькуляция себестоимости передела	88
7.7.1 Расчет затрат на реагенты	88
Заключение	91
Список используемых источников.....	92
Приложение А - Спецификация	96
Приложение Б - Функциональная схема автоматизации	99

ФЮРА. 061542.000 СБ Реактор. Сборочный чертеж

ФЮРА. 061542.000 АТС Аппаратурно-технологическая схема

ФЮРА. 061542.000 ФХОП Физико-химические основы процесса

ФЮРА. 061542.000 РИ Результаты исследований

ФЮРА. 061542.000 БС Блок-схема с материальными потоками

ФЮРА. 061542.000 ТЭП Техничко-экономические показатели

Введение

Широта областей применения лития обусловлена его уникальными физико-химическими свойствами такими как: высоко электрохимический потенциал, низкого коэффициент теплового расширения и каталитических свойств. Промежуточным соединением в технологии лития является его хлорид.

Хлорид лития также применяется как самостоятельный продукт в органическом синтезе, в химических источниках тока, в пиротехнике, как флюс при плавке алюминия и магния. Незначительные добавки лития уменьшают энергозатраты на переработку стекла. Основным методом промышленного получения металлического лития является электрохимическое разложение расплава хлорида лития [1].

В перечисленных отраслях применения хлорида лития огромную роль играет его чистота. Содержание примесей в хлориде лития строго регламентировано для каждой отрасли применения. Разработка принципиально новых и совершенствование существующих способов получения и очистки хлорида является важной задачей технологии лития и литийсодержащих соединений.

Цех № 7 ПАО «НЗХК» специализируется на производстве коммерческого лития. Организация участка химпердела сточных вод и отходов электролиза в цехе № 7 обусловлена необходимостью переработки сточных вод и образующихся в процессе гашения отходов электролиза растворов с высоким содержанием в них соединений лития и калия. Необходимость переработки вызвана несколькими факторами: Во-первых – общетоксичным действием литийсодержащих отходов на организм человека и раздражающим действием на слизистые оболочки верхних дыхательных путей и глаз. Хлористый калий также обладает общетоксичным действием на организм человека – вызывает заболевания нервной системы. Раздражает кожу,

вызывает ее дерматиты, а также воспаление слизистых оболочек глаз и дыхательных путей.

Второй причиной является необходимость в снижении затрат на захоронение литийсодержащих отходов. В результате переработки сточных вод получают хлоридные растворы, которые в дальнейшем используют в качестве сырья для получения хлорида калия и гранулированного хлорида лития катализаторного сорта. Таким образом, за счет регенерации хлоридов лития и калия минимизируется количество литийсодержащих отходов.

В работе рассмотрен участок химпередела сточных вод и отходов электролиза. Переработке подвергаются два вида растворов. К первому типу относятся сточные и сливные воды, воды от мытья полов, проливы технологических растворов; воды от промывки фильтров, оборудования, литийсодержащие растворы из лабораторий после выполнения анализов проб. Ко второму типу относятся щелочные воды с установки «Экрил», которая представляет собой установку для гашения отходов электролиза.

Хлорид лития, полученный путем химпередела сточных вод, не соответствует требованиям для раствора технического хлорида лития по содержанию примесей. Поэтому в настоящий момент процесс сушки раствора технического хлорида лития и хлорида лития, полученного в результате химпередела сточных вод, ведется на двух разных печах кипящего слоя. В целях сокращения расходов на содержание двух аппаратов в рамках дипломной работы предложен вариант ведения сушки на одной печи кипящего слоя.

1 Аналитический обзор литературных данных

1.1 Литий и его соединения

Литий (Li) – белый металл; чистый металл под инертным газом блестит. Атомный вес 6,94; порядковый номер – 3. Литий состоит из двух изотопов с массой 6 и 7 а.е.м., входящих в количествах 7,5 и 92,5 % соответственно по отношению к природной смеси. Атом лития состоит из ядра и трех электронов, радиус атома $1,72 \cdot 10^{-8}$ см (рассчитанный по атомному объему и числу Авогадро) или $1,51 \cdot 10^{-8}$ см (рассчитанный рентгенографическим путем) [2].

Плотность 534 кг/м³. Решетка лития объемно-центрированная, кубическая с параметром $a_{20} = 3,5023 \text{ \AA}$ и $a_{183} = 3,4762 \text{ \AA}$.

Критическая температура лития $T_k = 2550 \text{ }^{\circ}\text{C}$ и критическое давление $p_k = 806 \text{ атм.}$, температура кипения $1336 \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ при давлении 760 мм рт. ст., температура плавления $180 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

По способности захватывать тепловые нейтроны (поперечное сечение захвата) ядра этих изотопов отличаются очень сильно. Тяжелый изотоп литий-7 имеет сечение захвата 0,033 барна, он практически прозрачен для нейтронов. Зато литий-6 активно поглощает тепловые нейтроны, его сечение захвата – 912 барн [1].

1.1.1 Лития хлорид LiCl

Бесцветные кристаллы с кубической решеткой. Температура плавления $610 \text{ }^{\circ}\text{C}$, температура кипения $1382 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Хорошо растворяется в ацетоне, хлороформе, пиридине, сложных эфирах. Температура кипения насыщенного водного раствора (60,2 % по массе LiCl) $168 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Хлорид лития – сильный высаливающий и дегидратирующий агент; в отличие от KCl и NaCl не может быть осажден из водного раствора при пропускании HCl или добавлении концентрированной соляной кислоты.

Получают LiCl обменной реакцией между Li_2SO_4 и BaCl_2 в водном растворе; хлорированием Li_2O и Li_2CO_3 при нагрузке в присутствии углерода; взаимодействием LiOH или Li_2CO_3 с соляной кислотой.

Хлорид лития – сырье для получения металлического Li и соединений Li; компонент поглотителей влаги, CO_2 и паров органических веществ в кондиционерах для промышленных помещений, компонент легких сплавов, флюсов для плавки металлов, пайки изделий из Mg и Al. Используют также в производстве флотореагентов, как катализатор в органическом синтезе, средство против обледенения самолетов, твердый электролит в химических источниках тока для имплантированных кардиостимуляторов.

На рынке товарные формы хлорида лития представлены в виде безводного и одноводного кристаллогидрата, а также 40 % раствора. Ключевые свойства кристаллического хлорида лития приведены в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Основные свойства кристаллического хлорида лития

Свойство	Значение
Плотность, кг/м^3	2070,00
Температура плавления, $^{\circ}\text{C}$	610,00
Температура кипения, $^{\circ}\text{C}$	1382,00
Растворимость, г. в 100 г.	
Вода при 0 $^{\circ}\text{C}$	69,18
Вода при 25 $^{\circ}\text{C}$	84,67
Вода при 50 $^{\circ}\text{C}$	96,31
Вода при 100 $^{\circ}\text{C}$	109,12

1.1.2 Лития гидроксид LiOH

Бесцветные кристаллы с тетрагональной решеткой. Температура плавления 473 °С, при более высокой температуре испаряется и частично диссоциирует на Li_2O и H_2O ; в парах при температуре от 820 до 870 °С содержится 90 % LiOH. Образует моногидрат – бесцветные кристаллы с моноклинной решеткой.

Расплавы LiOH и его водные растворы разрушают стекло, фарфор, взаимодействуют со многими силикатами, подвергают коррозии в присутствии кислорода Fe, Pt. К действию гидроксида лития устойчивы Ni, Ag и Au. Получают гидроксид лития взаимодействием Li, Li_2O и LiH с H_2O в атмосфере Ar или H_2 ; обменной реакцией в водных растворах Li_2SO_4 с KOH, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ или $\text{Ba}(\text{OH})_2$ в инертной атмосфере; в промышленности – электролизом LiCl с движущимся ртутным катодом или методом каустификации нагретой до кипения водной суспензии Li_2CO_3 гидроксидом Ca:



Гидроксид лития – добавка к электролиту щелочных аккумуляторов; поглотитель CO_2 в противогазах, подводных лодках, самолетах и космических кораблях [1].

1.1.3 Лития карбонат Li_2CO_3

Бесцветные кристаллы с моноклинной решеткой. Температура плавления 732 °С, выше этой температуры диссоциирует на Li_2O и CO_2 .

В водных растворах гидролизует. В органических растворителях почти не растворяется. При пропускании CO_2 через водную суспензию Li_2CO_3 образуется гидрокарбонат LiHCO_3 , хорошо растворимый в воде. При нагревании раствора LiHCO_3 осаждается карбонат лития; в индивидуальном

виде гидрокарбонат не получен. При нагревании смеси карбоната лития с Mg, C, Si, Al или Fe образуется Li, который затем окисляется выделяющимся при этом CO₂ до Li₂O (углерод дает с литием Li₂C₂). С кислотами образует соли, с карбонатами металлов (Na, K, Rb, Cs) – LiMCO₃, с Al₂O₃ – алюминаты, с SiO₂ – полисиликаты.

Получают карбонат лития: в промышленности – действием K₂CO₃ или Na₂CO₃ на растворы LiCl, LiNO₃ или Li₂SO₄ при 90 °C; в лаборатории – пропусканием CO₂ в растворы LiOH.

Применяют его в производстве ситаллов, керамики, электроизоляционного фарфора, защитных покрытий камер сгорания и сопел ракетных двигателей, эмалей, глазурей, кислотоупорных покрытий и грунтовок для алюминия, листовой стали и чугуна, стекла с повышенной прочностью и сопротивляемостью к атмосферной коррозии, высокой проницаемостью для УФ облучения.

Карбонат лития используют также как добавку в электролит алюминиевых электролизеров (увеличивает их производительность), компонент пиротехнических составов, топливных элементов, как реагент для синтеза соединений Li, флюс для пайки Al и Mg [1].

2 Теоретическая часть

2.1 Теория процесса

Процесс переработки сточных вод и отходов электролиза в общем виде представляет собой последовательное удаление из растворов механических и растворенных примесей с последующим обогащением растворов по хлориду лития до заданных величин.

Удаление механических примесей из сточных вод осуществляется путем отстаивания раствора с его последующей фильтрацией на нутч-филтре. Часть раствора, содержащего механические примеси сливается в бочки, оставшийся прозрачный раствор фильтруется на нутч-филтре и насосом передается в реактор с мешалкой для рН-обработки.

Очистка литийсодержащих сточных вод от примесей производится методом рН-обработки. Для этого при включенном перемешивающем устройстве в раствор подается соляная кислота для перевода примесей в форму хлоридов. После этого добавляется гидроксид лития для перевода примесей железа, алюминия и кальция в форму гидроксидов с последующим их отстаиванием и фильтрацией на нутч-филтре. Полученные осадки подлежат накоплению и отправке на захоронение.

Прошедшая рН-обработку сточная вода подается в выпарной аппарат, где упаривается до плотности 300 кг/м^3 . Затем полученный раствор подается в реактор с мешалкой и змеевиком, где упаривается до плотности 1260 кг/м^3 , подкисляется до $\text{pH} = 2$ [3].

Полученный обогащенный по хлориду лития раствор накапливается и впоследствии после смешивания с растворами технического хлорида лития отправляется на сушку в печи кипящего слоя.

3 Экспериментальная часть

Участок химпередела сточных вод и отходов электролиза в цехе № 7 организован с целью переработки сточных вод и образующихся в процессе гашения отходов электролиза растворов с высоким содержанием в них соединений лития и калия. В результате переработки сточных вод получают хлоридные растворы, которые в дальнейшем используют в качестве сырья для изготовления хлорида калия и гранулированного хлорида лития катализаторного сорта путем сушки на печи кипящего слоя. Далее полученные хлориды направляются на участок электролитического получения металлического лития [4]. Требования к техническому хлориду лития представлены в таблице 2 [5].

Таблица 2 – Требования к техническому хлориду лития

Показатель	Содержание, %
K	< 0,4
Na	< 0,3
Ca	< 0,4
Fe	< 0,5
Al	< 0,2
Si	< 0,2

Хлорид лития, полученный путем химпередела сточных вод, не соответствует требованиям для раствора технического хлорида лития по содержанию примесей. Поэтому в настоящий момент процесс сушки раствора технического хлорида лития и хлорида лития, полученного в результате химпередела сточных вод, ведется на двух разных печах кипящего слоя. В целях сокращения расходов на содержание двух аппаратов в рамках дипломной работы предложен вариант ведения сушки на одной печи кипящего слоя.

5 Автоматизация процесса

В химической промышленности автоматизации уделяется большое внимание. Это объясняется сложностью и высокой скоростью протекания технологических процессов и вредностью условий работы.

Автоматизация приводит к улучшению основных показателей эффективности производства: увеличению количества, улучшению качества, снижению себестоимости выпускаемой продукции и повышению производительности труда. Внедрение автоматических устройств обеспечивает высокое качество продукции, сокращение брака, уменьшение отходов, уменьшение затрат сырья и энергии, уменьшение численности основных рабочих, снижение капитальных затрат на строительство зданий, удлинение сроков межремонтного пробега оборудования и снижение влияния «человеческого» фактора на производство.

Для получения информации о состоянии объекта и условиях работы служат устройства контроля. Они могут быть выполнены либо в виде отдельных приборов, предназначенных для визуального контроля параметров процесса, либо являться составной частью устройств регулирования, сигнализации и защиты [21].

В дипломной работе предложена схема автоматизации процесса переработки сточных вод.

Необходимость автоматизации данного процесса обусловлена образованием и переработкой токсичных веществ, представляющих опасность для персонала, контактирующего с оборудованием и обслуживающего технологический процесс. Для обеспечения контроля над переделом будет использована комплексная автоматизация с дистанционным управлением, призванная свести к минимуму всё вредное воздействие производства на работников.

внутренние параметры, входные и выходные параметры, при изменении которых в объект могут поступать возмущающие воздействия.

Регулированию подлежат следующие технологические параметры:

- уровни в реакторах, накопительных емкостях и выпарном аппарате;
- pH раствора.

Сигнализации подлежат все параметры, изменения которых могут привести к аварии, несчастным случаям или серьёзному нарушению технологического режима. Основным назначением устройств сигнализации является оповещение обслуживающего персонала о нарушениях технологического процесса.

Сигнализации подлежат следующие параметры:

- уровень в реакторах (позиции 5-1, 23-1);
- уровень в накопительных емкостях (позиции 1-1, 13-1, 21-1, 32-1, 34-1, 36-1);
- уровень в выпарном аппарате (позиция 15-1);
- температура в выпарном аппарате (позиция 17-1);
- температура в реакторе (позиция 28-1).

5.3 Выбор первичных преобразователей

5.3.1 Измерение температуры

Выберем в качестве преобразователя температуры измерительный ЦИТРОН-100МП. Позиции 13-1, 29-1.

Преобразователи температуры измерительные предназначены для непрерывного преобразования значения температуры, измеряемого с помощью стандартных термопреобразователей сопротивления и преобразователей термоэлектрических (типы ТС и ТП) в унифицированный токовый сигнал, а также индикации текущего значения температуры и параметров настройки

преобразователей в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами. Технические характеристики преобразователя температуры измерительного ЦИТРОН-100МП представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Технические характеристики преобразователя температуры

Параметры	Характеристики
Диапазон измерений, °С	-50...+150
Относительная погрешность, %	$\pm 0,25$
Класс точности	0,25
Степень защиты	IP30
Выходной сигнал, мА	4...20
Длина погружения, мм	80...3150

5.3.2 Измерение уровня

В качестве измерителя уровня выберем измеритель-сигнализатор уровня ИСУ-100U. Предназначен для непрерывного измерения уровня различных жидких и сыпучих сред контроля двух заданных предельных уровней в емкостях. Технические характеристики измерителя-сигнализатора уровня ИСУ-100U представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Технические характеристики измерителя-сигнализатора уровня

Параметры	Характеристики
Допустимый максимальный уровень	1,5 м
Допустимый минимальный уровень	0,3 м
Погрешность	$\pm 1\%$
Диапазон измерения	0,1 – 10 м
Выходной сигнал	4 – 20 мА

5.3.3 Измерение pH среды

Выберем в качестве измерителя pH-метр «ПМП-212». Принцип работы основан на функциональной зависимости между ЭДС электродной системы первичного преобразователя и величиной pH контролируемой среды, в которой она находится.

Технические характеристики измерителя pH-метр «ПМП-212» представлены в таблице 40.

Таблица 17 – Технические характеристики измерителя кислотности

Параметры	Характеристики
Диапазон измерений, ед. pH	1 – 14
Температура эксплуатации, °C	0...+ 100
Приведенная погрешность, ед. pH	$\pm 0,2$
Длина погружной части, мм	600...2000
Выходной сигнал, мА	4...20

5.4 Автоматизация процесса с использованием ЭВМ

Важной составляющей современной автоматизированной системы управления химико-технологическим процессом (АСУТП) является эксплуатация электронных вычислительных машин. В структурной схеме ЭВМ должны быть специальные устройства ввода-вывода, которые связывают ее с технологическим процессом. При этом ЭВМ может быть запрограммирована так, чтобы реагировать на системы согласно заданному алгоритму управления. Ручное управление осуществляется обычно лишь в особых случаях: при ремонте машин, при отладке программы, при начальном пуске технологической линии. В данном проекте рассматривается схема АСУТП с контроллером, непосредственно связанным с ЭВМ.

Характерная особенность таких систем управления состоит в том, что в них контроллер и ЭВМ включается в замкнутый контур автоматического управления и вырабатывается управляющее воздействие, поступающее как сигналы заданий непосредственно на вход к системам автоматического регулирования [22].

Поскольку в наших системах контур управления замкнут через контроллер, то функции оператора сводятся к общему наблюдению за ходом процесса. Остается необходимость внести коррективы в процесс при изменениях, например, состава исходных веществ, состава вырабатываемого продукта и т.д.

В щитовой находятся: щит технологического контроля, панель сигнализации, пульт оператора, дисплей с клавиатурой. На щите технологического контроля располагаются контрольно-измерительные приборы, панель регулирования. На пульте оператора находятся показывающие приборы, переключатели режима работы, датчики локальных контуров автоматического регулирования, пусковая аппаратура. Для повышения надежности работы оборудования предусмотрен переход с автоматического

7 Расчет себестоимости передела

Целью экономического расчета является определение себестоимости технологического процесса, расходов на монтаж, обслуживание и эксплуатацию оборудования.

Работа будет вестись по пятидневному графику при семичасовом рабочем дне, при эффективном фонде рабочего времени 261 день.

7.1 Организация труда

7.1.1 Определение баланса времени одного рабочего

Баланс времени одного рабочего устанавливает число дней, подлежащих отработки одним среднесуточным рабочим в год, в зависимости от принятого режима работы цеха, продолжительности работы цеха и продолжительности рабочего дня. Участок будет работать в 1 смену продолжительностью 7,2 часов. Работа будет производиться одной производственной бригадой 5 дней в неделю.

В неделю бригада отдыхает 2 дня, за год 104 дня. Таким образом, на одного среднесуточного рабочего приходится 66 выходной день. Составим баланс рабочего времени среднесуточного рабочего, с целью определения фонда рабочего времени. Баланс представлен в таблице 20.

Таблица 20 – Баланс рабочего времени среднесуточного рабочего

Элементы времени	7,5-часовой рабочий день, 1 бригада	
	дней	часов
Календарное число дней	365	8760
Выходные дни	104	2496
Номинальный фонд рабочего времени	261	6264
Планируемые невыходы:		
очередные и дополнительные отпуска	42	1008
невыходы по болезни	12	288
отпуск, в связи с учёбой без отрыва от производства	14	336
Итого (планируемые невыходы):	68	1632
Эффективный фонд рабочего времени	193	4632

Эффективный фонд рабочего времени составит:

$$T_{\text{эф}} = 193 \cdot 7,2 = 1390 \text{ часов.}$$

7.1.2 Расчет численности рабочих, служащих, руководителей и специалистов

7.1.2.1 Расчет численности основных рабочих

Численность производственных рабочих определяется, исходя из прогрессивных норм обслуживания при полном обеспечении рабочими всех мест. Число рабочих мест определяется, исходя из необходимых точек наблюдения и операций обслуживания процесса, а также объема работы на управление каждым участком.

Определим явочное число основных рабочих в сутки

$$R_{\text{яв}} = \frac{F \cdot C}{H_{\text{обс}}}; \quad (34)$$

Где $N_{\text{обс}}$ - норма обслуживания;

F - количество установок;

C - количество смен в сутки.

Учитывая, что работа основных производственных рабочих заключается в наблюдении за ходом процесса, а также, учитывая уровень автоматизации оборудования, цеха, примем 2 человека.

$R_{\text{яв}} = 2$ рабочих.

Определим списочное число основных рабочих

$$R_C = R_{\text{яв}} \frac{T_{\text{эф.обор.}}}{T_{\text{эф.раб.}}}; \quad (35)$$

где $T_{\text{эф.обор.}}$ - проектируемое число дней работы оборудования в год;

$T_{\text{эф.раб.}}$ - проектируемое число дней работы в год одного рабочего.

$$R_C = 2 \cdot \frac{261}{193} = 3 \text{ чел.}$$

Итого принимаем 2 аппаратчика и 1 оператора.

7.2.2 Расчет численности вспомогательного персонала

С учетом специфики данного участка и приборного оформления комплектуем участок дежурным обслуживающим персоналом в составе:

- дежурный слесарь (тар. разряд 5) – 1;
- дежурный электрик (тар. разряд 5) – 1;
- дежурный КИПиА (тар. разряд 5) – 1.

7.2.3 Расчет численности специалистов, руководителей и служащих

Расчет производится в связи с потребностью цеха в каждой группе работников.

Таблица 21 – Численность руководителей, специалистов и служащих

Наименование должности	Категория	Количество работников
Начальник смены	руководитель	2
Итого:		2

7.3 Расчет годового фонда заработной платы

7.3.1 Расчет фонда заработной платы основных рабочих

Расчетный фонд заработной платы (ЗП) складывается из основной и дополнительной заработной платы.

Основной фонд (ЗП)

$$З_{\text{осн.}} = З_{\text{тар}} + Д_{\text{пр}} + Д_{\text{н.вр.}} + Д_{\text{праз.}} + Д_{\text{вред}}; \quad (34)$$

где $З_{\text{тар}}$ – тарифный фонд;

$Д_{\text{пр}}$ – доплата премий;

$Д_{\text{праз.}}$ – доплата за работу в праздничные дни;

$Д_{\text{вред}}$ – доплата за вредность.

а) Тарифный фонд:

$$З_{\text{тар}} = З_{\text{тар}}^4 + З_{\text{тар}}^5 + З_{\text{тар}}^6; \quad (35)$$

где $З_{\text{тар}}^4$, $З_{\text{тар}}^5$, $З_{\text{тар}}^6$ – зарплата по тарифным ставкам рабочих различной квалификации.

$$З_{\text{тар}}^i = R_{\text{сп}}^i \cdot T_{\text{эф}} \cdot T_{\text{сп}}^i; \quad (36)$$

где $R_{\text{сп}}$ – списочное число рабочих;

$T_{\text{эф}}$ – эффективное время работы одного среднесписочного рабочего;

$T_{\text{сп}}$ – тарифная часовая ставка.

Часовая тарифная ставка составляет для аппаратчиков:

7^{го} разряда – 98,61 руб/час;

5^{го} разряда – 81,51 руб/час;

$$З_{\text{тар}}^7 = 2 \cdot 1390 \cdot 98,61 = 274135,8 \text{ руб};$$

$$З_{\text{тар}}^5 = 1 \cdot 1390 \cdot 81,51 = 113298,9 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{тар}} = 274135,8 + 113298,9 = 387434,7 \text{ руб.}$$

б) Доплата премий – 30% от тарифной ЗП:

$$Д_{\text{пр}} = З_{\text{тар}} \cdot \frac{П}{100} = 387434,7 \cdot \frac{30}{100} = 116230,41 \text{ руб.}$$

в) Доплата за работу в праздничные дни.

Принято 12 праздничных дней в году. Доплата в праздничные дни осуществляется по двойным тарифным ставкам:

$$Д_{\text{пр}} = Д_{\text{пр}}^5 + Д_{\text{пр}}^7; \quad (37)$$

$$Д_{\text{пр}}^i = R_{\text{яв}} \cdot N \cdot T_{\text{ст}}^i \cdot t_{\text{см}}, \quad (38)$$

где N – число праздничных дней в году;

$$Д_{\text{пр}}^5 = 1 \cdot 163 \cdot 12 \cdot 7,2 = 14083,2 \text{ руб.};$$

$$Д_{\text{пр}}^7 = 2 \cdot 197,2 \cdot 12 \cdot 7,2 = 34076,16 \text{ руб.};$$

$$Д_{\text{пр}} = 14083,2 + 34076,16 = 48159,36 \text{ руб.}$$

д) Доплата за вредность - 36% от тарифной ЗП:

$$Д_{\text{вред}} = З_{\text{тар}} \cdot \frac{П}{100} = 387434,7 \cdot \frac{36}{100} = 139476,492 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{осн}} = 387434,7 + 116230,41 + 48159,36 + 139476,492 = 691300,962 \text{ руб.}$$

Расчет фонда дополнительной заработной платы

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{осн}} \cdot \frac{П_{\text{д.з.}}}{100} = 691300,962 \cdot \frac{21}{100} = 145173,2 \text{ руб.}, \quad (39)$$

где $П_{\text{д.зп}}$ – процент доплаты (21%);

Годовой фонд заработной платы основных рабочих:

$$З = (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \cdot 1,3 = (691300,962 + 145173,2) \cdot 1,3 = 1087416,41 \text{ руб.}$$

Таблица 22 – Расчет годового фонда заработной платы основных рабочих

Категория рабочих	основные	
Система оплаты труда	Повременно-премиальная	
Разряд	5	7
Тарифная ставка, руб/час	81,51	98,61
Численность списочных рабочих,	1	2
Фонд рабочего времени, час	1390	
Тарифный фонд, руб/год	387434,7	
Доплата за праздничные дни,	48159,36	
Доплата за вредность, руб/год	139476,492	
Доплата премий, руб/год	116230,41	
Основной фонд ЗП, руб/год	691300,962	
Дополнительный фонд заработной	145173,2	
Годовой фонд заработной платы,	1087416,41	

7.3.3 Расчет фонда заработной платы вспомогательных рабочих

$$З_{\text{общ}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}};$$

$$З_{\text{осн.}} = З_{\text{тар}} + Д_{\text{пр}} + Д_{\text{н.вр.}} + Д_{\text{праз.}} + Д_{\text{вред}},$$

а) Тарифный фонд ЗП вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{тар}}^i = R_{\text{сп}}^i \cdot T_{\text{эф}} \cdot T_{\text{сп}}^i$$

$$З_{\text{тар}}^5 = 3 \cdot 1308 \cdot 81,51 = 319845,24 \text{ руб.}$$

б) Доплата премий – 30% от тарифной ЗП:

$$Д_{\text{пр}} = З_{\text{тар}} \cdot \frac{\Pi}{100} = 319845,24 \cdot \frac{30}{100} = 95953,572 \text{ руб.}$$

в) Доплата за работу в праздничные дни.

Принято 12 праздничных дней в году. Доплата в праздничные дни осуществляется по двойным тарифным ставкам:

$$Д_{\text{праз}}^5 = 3 \cdot 163 \cdot 12 \cdot 7,2 = 42249,6 \text{ руб.}$$

г) Доплата за вредность – 36% от тарифной ЗП:

$$Д_{\text{вред}} = З_{\text{тар}} \cdot \frac{П}{100} = 319845,24 \cdot \frac{36}{100} = 114144,2864 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{осн}} = 319845,24 + 95953,572 + 42249,6 + 114144,2864 = 572192,7 \text{ руб.}$$

7.3.4 Расчет фонда дополнительной заработной платы

$$З_{\text{доп}} = З_{\text{осн}} \cdot \frac{П_{\text{д.з.}}}{100} = 572192,7 \cdot \frac{21}{100} = 120160,4667 \text{ руб.};$$

Годовой фонд заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З = (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \cdot 1,3 = (572192,7 + 120160,4667) \cdot 1,3 = 900059,1167 \text{ руб.}$$

Таблица 23 – Расчет годового фонда заработной платы вспомогательных рабочих

Категория рабочих	вспомогательные
Система оплаты труда	Повременно-премиальная
Разряд	5,00
Тарифная ставка, руб/час	81,51
Численность списочных рабочих, чел.	3,00
Фонд рабочего времени, час	1390,00
Тарифный фонд, руб/год	319845,24
Доплата за праздничные дни, руб/год	42249,60
Доплата за вредность, руб/год	114144,28
Доплата премий, руб/год	95953,57
Основной фонд зарплаты, руб/год	572192,70
Дополнительный фонд заработной платы, руб/год	120160,46
Годовой фонд заработной платы, руб/год	900059,12

7.3.5 Расчет годового фонда заработной платы руководителей, специалистов и служащих

Оклады должностных лиц руководителей и специалистов устанавливаются в зависимости от категории цеха.

Начальник смены – 40000 руб.

а) Фонд ЗП вычисляем путем умножения числа штатных единиц на их месячный оклад и на число месяцев работы в году. Число месяцев работы в году для руководителей и специалистов принимаем равным 11 месяцев, для служащих – 11,3 месяца.

$$\Phi_{\text{осн}} = 2 \cdot 11 \cdot 40000 = 880000 \text{ руб.}$$

б) Основная ЗП вычисляется по формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{тар}} + Д_{\text{п.дн}} + Д_{\text{вред}};$$

$$\text{где } Д_{\text{п.дн}} = \frac{T_{\text{окл}}}{26,5} \cdot N \cdot P_{\text{яв}};$$

N – количество праздничных дней в году (равное 12);

$$Д_{\text{п.дн}}^{\text{н.смены}} = \frac{40000}{26,5} * 12 * 2 = 36226,4; \quad Д_{\text{п.дн}}^{\text{н.смены}} = 0,36 * 40000 * 2 = 28800 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{осн}} = 36226,4 + 28800 = 65026,4 \text{ руб.}$$

б) Дополнительная ЗП:

Принимается в размере 21% от основной ЗП:

$$З_{\text{доп}} = 65026,4 \cdot 0,21 = 13655,544 \text{ руб.}$$

г) Годовой фонд заработной платы:

$$\Phi_{\text{зп}} = (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \cdot 1,3 = (65026,4 + 13655,544) \cdot 1,3 = 102286,53 \text{ руб.}$$

Общий фонд заработной платы:

$$\Phi_{\text{общ}} = З_{\text{осн. раб}} + З_{\text{всп. раб}} + З_{\text{ИТР и МОП}} = 1087416,41 + 900059,1167 + 102286,53 = 2089762,057 \text{ руб.}$$

7.4 Расчет капитальных затрат

Расчет капитальных затрат на приобретение и монтаж оборудования представлен в таблице 24.

Таблица 24 – Расчет стоимости оборудования

Наименование	Количество	Цена за ед, тыс.руб.	Цена, тыс.руб.
Реактор	2	247	494
Реактор с нагревом	3	567	1701
Нутч-фильтр	4	15	60
Емкость	6	115	690
Напорная емкость 12 м ³	3	300	900
Аппарат выпарной	1	1261	1261
ИТОГО:			5106

Таблица 25 – Расходы на наладку и монтаж оборудования

Наименование нормативов	% от стоимости оборудования	Сумма, тыс. руб.
Технологические трубопроводы	20	926
Антикоррозионные работы	5	231
Кабельные разводки	5	231
КИПиА	10	463
Монтаж оборудования	22	1018
Вспомогательное оборудование	5	231
Итого:		3136

$$C_{\text{кап.затр}} = C_{\text{обор}} + \sum C_{\text{затр}}$$

$$C_{\text{кап.затр}} = 5106 + 3136 = 8242 \text{ тыс.руб.}$$

Таблица 26 – Полные капитальные затраты

Наименование глав сметы	Капитальные затраты	
	тыс.руб.	%
Оборудование	8242	100
Итого:	8242	100

7.5 Общепроизводственные расходы

7.5.1 Содержание и эксплуатация оборудования

Ремонтный фонд составляет 15 % от стоимости оборудования:

$$\Phi_{\text{т.р}} = 8242 \cdot 0,15 = 1236,3 \text{ тыс.руб./год.}$$

Расходы на содержание составляют 5 % от стоимости оборудования:

$$З_{\text{сод}} = 8242 \cdot 0,05 = 412,1 \text{ тыс.руб./год.}$$

7.5.2 Отчисления на амортизацию оборудования

Амортизация оборудования – 10 % от стоимости оборудования:

$$A_{\text{об}} = C_{\text{затр}} \cdot \alpha = 8242 \cdot 0,1 = 824,2 \text{ тыс.руб./год.}$$

За вычетом стоимости затрат на амортизацию нутч-филтра:

$$824,2 - 60 = 764,2 \text{ тыс.руб/год}$$

Сумма расходов на содержание и эксплуатацию оборудования:

$$\sum Z_2 = A_{\text{об}} + Z_{\text{сод}} + \Phi_{\text{т.р}} = 1236 + 412,1 + 764,2 = 2412,3 \text{ тыс.руб./год.}$$

Общепроизводственные расходы составят:

$$З_{\text{общ}} = \sum Z_1 + \sum Z_2 = 824,2 + 2412,3 = 3236,5 \text{ тыс.руб./год.}$$

7.6 Расчет технологических затрат

7.6.1 Затраты на электроэнергию

$$Z_{\text{эл}} = C_{\text{эл}} \cdot W \cdot T_{\text{р.обор.}}$$

Где $C_{\text{эл}}$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, руб. (3,14 руб.);

W – потребляемая мощность, кВт;

$T_{\text{р.обор}}$ - время работы оборудования в год ($193 \cdot 7,2 = 1389,6$ ч.).

Расходы на электроэнергию складываются из стоимости полезной работы электродвигателей мешалок, насосов. На участке установлено пять электроприводов мешалок, с мощностью 0,5 кВт. Также на участке установлены 5 центробежных насосов с электродвигателями 1,1 кВт.

$$Z_{\text{эл}} = 3,14 \cdot 1389,6 \cdot (5 \cdot 1,1 + 5 \cdot 0,5) = 34906,75 \text{ руб/год.}$$

7.6.2 Затраты на охрану труда и технику безопасности

Затраты, связанные с организацией труда и техникой безопасности, принимаются равными 15 % от полного годового фонда заработной платы:

$$Z_{\text{ОТБ}} = 9497197,7 \cdot 0,15 = 1424579,65 \text{ руб./год.}$$

7.6.6 Отчисления на социальные нужды

Размер отчислений на социальные нужды составляет 30 % от полного годового фонда заработной платы:

$$Z_{\text{соц}} = 2089762,057 \cdot 0,3 = 626928,62 \text{ руб./год.}$$

7.7 Калькуляция себестоимости передела

7.7.1 Расчет затрат на реагенты

Затраты на реагенты приведены в таблице 27.

Таблица 27 – Затраты на реагенты

Наименование	Количество, потребляемое в год, кг	Затраты руб/год
Соляная кислота	40800	474845,4
Карбонат лития	931,7	125806,7
Гидроокись лития	43509,2	21281466,4
Итого		21882118,5

Калькуляция себестоимости приведена в таблице 28.

Таблица 28 – Калькуляция стоимости передела

Статьи затрат	Ед. измер.	Цена прод., руб.	ед.	Норма в год	Сумма руб./год
Соляная кислота	кг			40800	474845,40
Карбонат лития	кг			931,7	125806,70
Гидроокись лития	кг			43509,2	21281466,40
Электроэнергия на тех. нужды	кВт	3,14		11116,8	34906,75
Итого условно-переменные затраты					21917025,25
Фонд ЗП:					
основных рабочих		руб.			1087416,41
руководителей,		руб.			102286,53
служащих, пр.персонала и		руб.			900059,12
вспомогательных рабочих					
Отчисления на соц. нужды		руб.			626928,62
Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования:					
амортизация оборудования		руб.			3236500,00
тек.и кап. ремонты		руб.			8242000,00
содержание оборудования		руб.			412100,00
Цеховые расходы:					
расходы на ОТ и ТБ		руб.			1424579,65
Итого условно-постоянные затраты					16091810,33
Себестоимость передела					38008835,58

Диаграмма себестоимости приведена на рисунке 5.

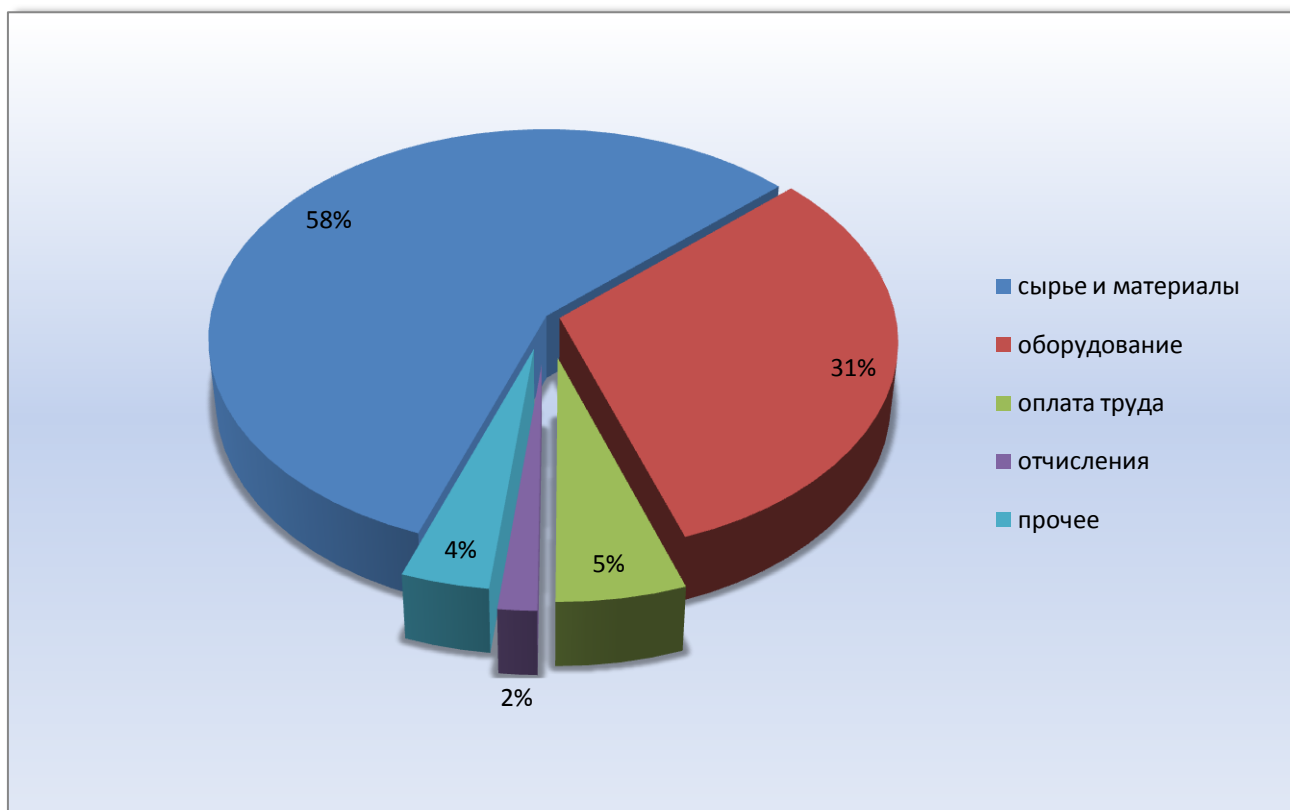


Рисунок 5 – Диаграмма основных затрат

Таким образом, себестоимость передела составляет 38008835,58 рублей в год. При этом, основная доля затрат приходится на сырье и электроэнергию, равная 58 %. На содержание и эксплуатацию оборудования направляется 31%, На оплату труда – 5%. На долю отчислений в ВБФ – 2 %.