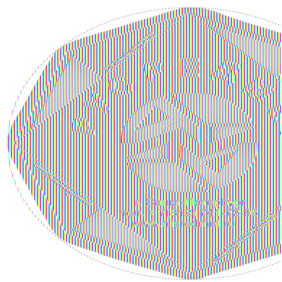


ООО «Научно-производственная компания «Русредмет»



Россия, 198320, г. Санкт-Петербург, г. Красное Село, ул. Восстановления, д.15,
к.3, Лит В, пом. 1-Н, р/с 40702810207180000582
в ФИЛИАЛ ПЕТРОВСКИЙ ПАО БАНКА «ФК ОТКРЫТИЕ» Г. СПб
к/с 30101810540300000795, БИК 044030795
ИНН 7807384615
КПП 780701001
E-mail: secretar@rusredmet.ru; www.rusredmet.ru
Телефон (812) 741-72-95, Факс (812)741-21-55

УДК

№ регистрации

Инв. №

УТВЕРЖДАЮ:

Генеральный директор
ООО «НПК «РУСРЕДМЕТ»

_____ А.В. Нечаев

« _____ » _____ 2018 г.

«РАЗРАБОТКА ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЧЕРНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ИЗ РУД ТЕКУЩЕЙ ДОБЫЧИ ЖЕЗКАЗГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ»

Основные технические решения для проектирования опытного гидрометаллургического
завода производительностью 6 т/ч по черновому концентрату

Главный технолог ООО «НПК «Русредмет»

С. В. Шестаков

Санкт-Петербург, 2018 год

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Должность	Подпись	Фамилия И.О.
Начальник химико-технологической лаборатории		Сибилев А.С.
Ведущий инженер-технолог химико-технологической лаборатории, к.т.н.		Смирнов А.В.
Инженер-технолог химико-технологической лаборатории		Леонова М.И.
Инженер-исследователь химико-технологической лаборатории		Романов Р.В.
Инженер-исследователь химико-технологической лаборатории		Немцев А.С.
Инженер-исследователь химико-технологической лаборатории		Трофимова М.А.
Инженер-исследователь химико-технологической лаборатории		Стойанович В.В.
Инженер-исследователь химико-технологической лаборатории		Иванов С.В.
Начальник аналитической лаборатории		Жуков С.В.
Ведущий инженер по физико-химическим методам анализа		Войцехович Т.В.
Инженер по физико-химическим методам анализа		Костюк А.Ю.
Начальник конструкторского бюро		Петрякова Н.Н.
Инженер-конструктор		Колдыбаев П.А.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИИ	12
1.1 Исходное сырье для производства	14
1.2 Реагенты и энергоносители, необходимые для переработки чернового медного концентрата	14
1.3 Способ производства	15
1.4 Мощность производства	16
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДИМОЙ ПРОДУКЦИИ	18
3 ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЯ, МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУПРОДУКТОВ И ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ	20
4 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА	26
4.1 Отделение №1	27
4.2 Отделение №2	27
4.3 Отделение №3	33
4.4 Отделение №4	38
5 МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС	45
6 ПОТРЕБНОСТИ В РЕГЕНТАХ	83
7 СПЕЦИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ УСТАНОВКИ ПЕРЕРАБОТКИ ЧЕРНОВОГО МЕДНОГО КОНЦЕНТРАТА	84
8 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА И ОХРАНЕ ТРУДА	118
8.1 Физико-химические и токсикологические свойства основных реагентов и первая помощь при поражении этими веществами	122
8.1.1 Серная кислота (техн., Ч.) H_2SO_4	122
8.1.2 Аммиачная вода $NH_3 \cdot H_2O$	123
8.1.3 Известняк кусковой	124
8.1.4 Натрия карбонат	124
8.1.5 Азотная кислота (HNO_3)	125
8.1.6 Тиомочевина («ч»)	126

8.1.7 Хлорид натрия (соль каменная)	126
8.2 Общие правила техники безопасности	127
ПРИЛОЖЕНИЕ А	131

ВВЕДЕНИЕ

Жезказганское месторождение меди является основной сырьевой базой ТОО «Корпорация Казахмыс».

За 80 лет эксплуатации из недр Жезказганского месторождения извлечено уже более 1 млрд. т руды, что составляет 75% от общего количества запасов. Неизбежными следствиями десятилетий интенсивной эксплуатации месторождения являются количественное и качественное истощение сырьевой базы действующих рудников.

Для Жезказганского региона восполнение сырьевой базы – важнейшая социально-экономическая задача, т.к. сокращение объемов производства неизбежно приведет к потере рабочих мест и росту социальной напряженности в регионе.

С целью восполнения сырьевой базы Жезказганского месторождения были рассмотрены все виды медьсодержащего сырья, ранее не вовлекавшиеся в производство:

- забалансовые и бедные сульфидные руды;
- сульфидные отходы обоганительного производства;
- окисленные и смешанные руды и пр.

Наиболее весомым по ресурсному потенциалу источником восполнения сырьевой базы являются запасы забалансовых и бедных сульфидных руд.

По заданию ТОО «Корпорация Казахмыс» специалистами ТОО «КазГидроМедь» в период с 2011 по 2014 г. проведены научно-исследовательские работы и опытно-промышленные испытания, в результате которых разработан ряд технологий флотационно-гидрометаллургической переработки бедных сульфидных медных руд Жезказганского месторождения с выдачей технологических регламентов:

- технологический регламент I – комбинированная флотационно-гидрометаллургическая технология по схеме: флотация – сульфатизирующий обжиг в шахтной печи – серноокислотное выщелачивание огарка – спекание (обжиг) кека – солянокислотное выщелачивание обожженного кека

- технологический регламент II – комбинированная флотационно-гидрометаллургическая технология по схеме: флотация – хлорирующий обжиг в шахтной печи с каскадом наклонных решеток – солевое выщелачивание огарка – сернокислотное выщелачивание кека;

- технологический регламент III – комбинированная флотационно-гидрометаллургическая технология по схеме: флотация – хлорирующий обжиг в шахтной печи с каскадом наклонных решеток – солянокислое выщелачивание огарка;

- технологический регламент IV – комбинированная флотационно-гидрометаллургическая технология по схеме: флотация – хлорирующий обжиг в шахтной печи с каскадом наклонных решеток – сернокислотное выщелачивание огарка (I-стадийное).

Последовательность проведения научно-исследовательских работ была обусловлена необходимостью дальнейшего совершенствования разработанных технологий с целью упрощения технологической схемы и снижения себестоимости выпуска катодной меди. В результате разработана наиболее эффективная технология, позволяющая достаточно рентабельно перерабатывать бедные сульфидные руды Жезказганского месторождения.

В 2015 году в ТОО «Корпорация Казахмыс» было принято решение о строительстве «Опытного гидрометаллургического завода (ОГМЗ)» на территории ЖМЗ ТОО «Казахмыс Смэлтинг» и выдано задание на разработку проекта: «Строительство опытного завода гидрометаллургической переработки медных концентратов из бедных сульфидных руд производительностью 4 т/ч» по данным технологического регламента IV.

Характерной особенностью разработанной технологии является пирометаллургический способ подготовки черновых концентратов (обжиг) к последующей гидрометаллургической переработке, что влечет за собой определенные сложности, связанные с громоздкостью и многоступенчатостью технологической схемы.

Для решения указанной проблемы, в 2015 году специалистами ТОО «КазГидроМедь» по заданию ТОО «Корпорация Казахмыс» проведены научно-исследовательские работы и разработана комбинированная флотационно-гидрометаллургическая технология, основанная на прямом азотнокислом выщелачивании чернового концентрата, которая позволяет исключить пирометаллургическую подготовку чернового концентрата к выщелачиванию и упростить технологическую схему за счет сокращения ряда технологических операций, таких как: фильтрация концентрата и его сушка, приготовление шихты и ее грануляция, обжиг шихты в шахтной печи и последующее измельчение огарка.

По результатам проведенных исследований был разработан технологический регламент V, который был передан в ТОО «Корпорация Казахмыс» в декабре 2015 года для внесения корректировок в проект: «Строительство опытного завода гидрометаллургической переработки медных концентратов из бедных сульфидных руд производительностью 4 т/ч».

Согласно технологическому регламенту V, в структуре себестоимости гидрометаллургической переработки чернового концентрата по разработанной технологии наиболее весомой статьей затрат являлась азотная кислота.

В 2016 году для решения задач по снижению затрат на азотную кислоту по заданию ТОО «Корпорация Казахмыс» ТОО «КазГидроМедь» выполнен полный комплекс научно-исследовательских работ, в результате которых разработана технология, позволяющая значительно снизить расход азотной кислоты (на 22,17 %) за счет предварительной обработки чернового концентрата водным раствором серной кислоты – декарбонизации. По результатам исследований был выдан технологический регламент V-1.

За время проектирования ОГМЗ ЗАО «РИВС-проект», то есть, в период с 2015 года по настоящее время, в ТОО «КазГидроМедь», с целью дальнейшего совершенствования технологии азотнокислого выщелачивания чернового концентрата, были проведены научно-исследовательские работы и опытно-промышленные испытания по оптимизации технологических процессов и повышению комплексности использования сырья:

- разработка технологии регенерации азотной кислоты с целью снижения ее безвозвратного расхода;

- разработка технологии нейтрализации кислых стоков с целью снижения безвозвратных потерь реагентов и повышения извлечения целевых компонентов в готовую продукцию;

- разработка технологии отгонки аммиака с целью сокращения безвозвратных расходов реагентов, а также повышения производительности оборудования и снижения эксплуатационных затрат на энергоносители;

- разработка технологии получения железного и цинкового купоросов;

- разработка технологии получения агломерационного железного концентрата.

Проведенные исследования и разработанные технологии позволили:

- значительно снизить безвозвратный расход азотной кислоты (~ на 22%) за счет предварительной декарбонизации черновых концентратов и внедрения технологии регенерации азотной кислоты;

- достичь высокой степени регенерации азотной кислоты – 96,5%;

- значительно уменьшить время выщелачивания (с 3,5-4 часов до 1,5-2 часов) и повысить извлечение целевых компонентов в готовую продукцию за счет проведения операции предварительной механоактивации черновых концентратов;

- значительно снизить безвозвратный расход промывных вод (на 80%) за счет технологии нейтрализации кислых стоков, что так же позволило повысить извлечение целевых компонентов в готовую продукцию (на 0,15%);

- значительно повысить концентрацию меди в медно-аммиачных десорбатах, что в свою очередь существенно сокращает время проведения сорбционно-десорбционного цикла, увеличивает производительность оборудования сорбционно-десорбционного участка, участка отгонки аммиака, а также существенно снижает эксплуатационные затраты на реагенты и энергоносители;

- получить дополнительные товарные продукты, такие как цинковый купорос и железный агломерационный концентрат.

По результатам вышеперечисленных научно-исследовательских работ разработан дополненный технологический регламент V на технологию комплексной переработки бедных сульфидных руд Жезказганского месторождения и передан в ТОО «Корпорация Казахмыс» 04.01.2017 г. для корректировки проекта строительства ОГМЗ.

На начальном этапе (в 2015 году) целью строительства ОГМЗ являлось проведение опытно-промышленных испытаний разработанной технологии гидрометаллургической переработки черновых концентратов из бедных сульфидных руд, по результатам которых планировалось проектирование гидрометаллургического завода производительностью 200000 т катодной меди/год. После опытно-промышленных испытаний возникнет необходимость решения вопроса о дальнейшем использовании ОГМЗ.

В сентябре 2015 года по заданию ТОО «Корпорация Казахмыс» ТОО «КазГидроМедь» был выполнен сравнительный анализ эффективности переработки медных концентратов по вариантам:

- пирометаллургическая переработка кондиционного концентрата из руд текущей добычи (существующая технология);
- гидрометаллургическая переработка кондиционного концентрата из руд текущей добычи и из бедных сульфидных руд;
- гидрометаллургическая переработка чернового концентрата из руд текущей добычи и из бедных сульфидных руд.

Сравнительный анализ показал, что эффективность пирометаллургической технологии переработки медных концентратов на ЖМЗ и БМЗ, существенно ниже гидрометаллургической технологии.

При гидрометаллургической переработке концентратов наибольший экономический эффект достигается при переработке черновых концентратов, полученных из руд текущей добычи ($\text{Cu} \sim 0,80\%$).

Эффективность гидрометаллургической переработки черновых концентратов из бедных сульфидных руд ($\text{Cu} \sim 0,51\%$) выше эффективности

пиromеталлургической кондиционных концентратов из руд текущей добычи (Cu ~ 0,80%).

На основании сравнительных расчетов в феврале 2016 года ТОО «Корпорация Казахмыс» выдало задание ТОО «КазГидроМедь» на разработку «Концепции перехода на новую технологию переработки сырья», т.е. предусматривается гидрометаллургическая переработка черновых концентратов из руд текущей добычи.

Также было предложено использовать проектируемый ОГМЗ как промышленный объект по переработке черновых концентратов из руд текущей добычи с выпуском катодной меди.

Технико-экономические расчеты (ТЭР), выполненные специалистами ТОО «Корпорация Казахмыс» в декабре 2016 года, показали, что строительство и эксплуатация ОГМЗ, как промышленного объекта по переработке текущих черновых концентратов нерентабельно. Для выяснения причин нерентабельности эксплуатации ОГМЗ специалистами ТОО «КазГидроМедь» была проведена ревизия выполненного ТЭР и разрабатываемого ЗАО «РИВС» проекта.

Анализ текущего состояния проектирования ОГМЗ ЗАО «РИВС» показал, что проект строительства ОГМЗ на данный момент устарел и в нем не учтены результаты научно-исследовательских работ, проведенных в период с 2015 по 2017 г., т.е. проект не в полной мере отвечает требованиям дополненного технологического регламента V.

Установлено, что основными причинами нерентабельности строительства и эксплуатации ОГМЗ являлись: методические ошибки при выполнении ТЭР, завышенные капитальные затраты, завышенные эксплуатационные затраты (в т.ч. на энергоносители, ФОТ и др.). Ситуация усугублялась тем, что на момент ревизии 75 % оборудования ОГМЗ было закуплено.

Расчеты, выполненные специалистами ТОО «КазГидроМедь» показали:

- рентабельная эксплуатации ОГМЗ возможно только при условии увеличения производительности оборудования строящегося ОГМЗ с 4 до 5,5 т/ч, при сложившихся капитальных затратах;

- заложенное в проекте ЗОО «РИВС» технологическое оборудование способно обеспечить производительность ОГМЗ до 8 т/ч (по черновому концентрату).

Таким образом, возникла необходимость в разработке технологического регламента на технологию переработки текущих черновых концентратов производительностью 5,5 т/ч, что и было выполнено.

Основой для написания исходных данных для строительства ОГМЗ является дополненный технологический регламент V – 1, который разработан для переработки черновых концентратов из руд текущей добычи на опытном гидрометаллургическом заводе производительностью 5,5 т/ч (по черновому концентрату), с учетом всех принятых технологических решений.

Также было принято решение принять запас производительности по исходному черновому концентрату около 10%, таким образом производительность проектируемого ОГМЗ составила 6 т/час по черновому медному концентрату.

В ходе проектирования и строительства ОГМЗ в настоящие исходные данные могут быть внесены изменения и дополнения, улучшающие технологические показатели процессов.

Работа выполнялась на основании договора №Д1824-190900-005487 от 19.02.2018 г. подписанного генеральным директором ООО «НПК «Русредмет» Нечаевым А.В. и генеральным директором ТОО «КАЗАХМЫС СМЭЛТИНГ» с дополнениями и изменениями.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕХНОЛОГИИ

Разрабатываемая технология предназначена для получения нескольких видов продукции:

- десорбат содержащий медь и серную кислоту для дальнейшей переработки его на участке подготовки медного электролита (требуется разработка технических условий или стандарта предприятия);
- катодный осадок содержащий серебро (требуется разработка технических условий или стандарта предприятия);
- кристаллический перренат аммония по ТУ 48-7-1-90;
- кристаллический железный купорос по ГОСТ 6981-94;
- кристаллический цинковый купорос по ГОСТ 2783-82;

из черновых концентратов руд текущей добычи Жезказганского месторождения.

Дополненный технологический регламент V, был разработан на основе лабораторных исследований и пилотных испытаний проведенных ТОО «КАЗГИДРОМЕДЬ» для ТОО «КАЗАХМЫС СМЭЛТИНГ»

Исходные данные для проектирования промышленной установки разработаны на основе технологического регламента V.

Для получения указанных выше продуктов была использована комплексная сорбционно-гидрометаллургическая схема.

Вскрытие исходного концентрата азотной кислотой с добавлением хлорида натрия позволяет уже на первой стадии технологического процесса перевести все целевые компоненты в раствор выщелачивания, а схема улавливания нитрозных газов существенно снизить расход азотной кислоты.

Последующая операция осаждения железо-гипсового кека используется для уменьшения нагрузки производства, так как все целевые компоненты также остаются в растворе осаждения, который впоследствии передается на сорбцию.

Первоначальная сорбция рения организована на селективном к ионам рения сорбенте марки Lewatit K 3375 в колоннах с неподвижным слоем сорбента. Данная операция позволяет избирательно извлечь рений из раствора после выщелачивания,

получить разбавленный по рению десорбат и затем сконцентрировать его на том же самом сорбенте для получения более богатых по рению растворов. После этого рений выделяется в виде черного перрената аммония, который впоследствии переочищается методом перекристаллизации с получением товарного перрената аммония. Процесс отгонки и улавливания аммиака после десорбции рения позволяет существенно снизить расход аммиачной воды на десорбцию.

Раствор после сорбции рения направляется на сорбционное извлечение серебра, организованное также в колоннах с неподвижным слоем сорбента. Для сорбции серебра используется ионит селективный к ионам серебра марки Lewatit TP 214. После последовательных операций сорбции-десорбции получаемый десорбат направляется непосредственно на электролитическое извлечение серебра, которое после электролиза в виде катодного осадка выводится в качестве готового продукта.

Раствор после сорбции рения и серебра поступает на сорбцию меди. Сорбция проводится непрерывно в сорбционно-десорбционном каскаде пачуков с использованием селективного к ионам меди сорбента марки Lewatit TP 209 XL. Использование непрерывной циркуляции сорбента в сорбционно-десорбционном каскаде позволяет снизить его количество общее количество, существенно снизив затраты на его приобретение.

Десорбция меди с сорбента осуществляется отработанным медным электролитом, который в процессе обогащается по содержанию меди. Этот обогащенный электролит является одним из конечных продуктов данной технологии.

Раствор после сорбции меди поступает на сорбцию цинка. Для сорбции используется ионит марки Lewatit VPOC 1026, сорбция проводится в колоннах с неподвижным слоем аналогично сорбции рения и серебра. Получаемый цинксодержащий десорбат упаривается и из него кристаллизуется цинковый купорос.

Часть железо-гипсового кека после осаждения поступает на растворение в серной кислоте, затем полученный раствор упаривается и из него кристаллизуется железный купорос.

1.1 Исходное сырье для производства

Исходным сырьем для получения обозначенных в п. 1 продуктов является черновой медный концентрат, характеристика которого представлена в таблице 1:

Таблица 1 – Средний химический чернового концентрата полученный из руд текущей добычи Жезказганского месторождения

Наименование элемента	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	BaO	S	Ti	K ₂ O	MgO	Na ₂ O	прочие
Содержание, % масс.	8,89	0,0151	0,00074	0,21	6,93	55,2	4,2	8,3	0,1	6,7	0,7	1,9	0,6	2,3	3,95

Насыпной вес концентрата составляет $\sim 1,4-1,6 \text{ т/м}^3$, истинная плотность концентрата – $2,7 \text{ т/м}^3$.

1.2 Реагенты и энергоносители, необходимые для переработки чернового медного концентрата

При работе опытного завода по переработке чернового медного концентрата используются следующие реагенты и энергоносители:

1. Кислота серная техническая контактная, 1 сорт по ГОСТ 2184-2013
2. Кислота серная «чда» по ГОСТ 4204-77
3. Хлорид натрия (соль каменная), 1 сорт по ТУ 2152-097-00209527-2004
4. Сода кальцинированная, 1 сорт по ГОСТ 5100-85
5. Кислота азотная неконцентрированная, высший сорт, по ГОСТ Р 53789-2010
6. Аммиак водный технический, марка А по ГОСТ 9-92
7. Известняк кусковой по ГОСТ 23671-79
8. Тиомочевина, «ч» по ГОСТ 6344-73
9. Смола ионообменная для сорбции рения Lewatit K 3375
10. Смола ионообменная для сорбции серебра Lewatit TP 214
11. Смола ионообменная для сорбции меди Lewatit TP 209 XL
12. Смола ионообменная для сорбции цинка Lewatit VPOC 1026
13. Вода (техническая, обессоленная, конденсат)
14. Сжатый воздух
15. Электроэнергия
16. Греющий пар

1.3 Способ производства

Переработка концентрата включает в себя следующие основные операции (см. принципиальную технологическую схему переработки чернового медного концентрата, черт. РРМ.0218.00.00.000 ТС, лист 1-4):

1) черт. РРМ.0218.00.00.000 ТС лист 1:

- прием пульпы чернового медного концентрата, активация поверхности минералов;
- декарбонизация пульпы чернового концентрата
- выщелачивание пульпы чернового концентрата и ее охлаждение
- абсорбция нитрозных газов и газоочистка;
- приготовление растворов кальцинированной соды и хлорида натрия;

2) черт. РРМ.0218.00.00.000 ТС лист 2:

- приготовление 7% раствора аммиачной воды;
- приготовление 15% раствора серной кислоты;
- сорбция рения, промывка ионита после сорбции;
- десорбция рения, промывка ионита после десорбции;
- отгонка аммиака из десорбата рения, улавливание, возврат аммиачной воды;
- подкисление рениевого раствора;
- сорбционное концентрирование рения, промывка сорбента после концентрирования;
- десорбция рения после концентрирования, промывка сорбента после десорбции;
- конверсия сорбента в SO_4 -форму, промывка сорбента после конверсии;
- упаривание рениевого раствора, кристаллизация чернового перрената аммония;
- растворение чернового перрената аммония, получение товарного перрената аммония.

3) черт. РРМ.0218.00.00.000 ТС лист 3:

- сорбция серебра, промывка сорбента после десорбции;
- приготовление сернокислого раствора тиомочевины для десорбции серебра из отработанного серебряного электролита;
- десорбция серебра, промывка сорбента после десорбции;
- корректировка серебряного электролита;
- электролитическое выделение серебра;
- фильтрация, промывка и сушка катодного осадка серебра;
- сорбция меди, промывка сорбента после сорбции;
- десорбция меди, промывка сорбента после десорбции.

4) черт. РРМ.0218.00.00.000 ТС лист 4:

- приготовление известнякового молока;
- осаждение железо-кальциевого кека, фильтрация и промывка кека;
- распульповка железо-кальциевого кека, растворение кека в серной кислоте, фильтрация раствора железного купороса;
- подготовка и промывка железного скрапа;
- восстановление железа до Fe^{2+} железным скрапом;
- упаривание и кристаллизация железного купороса;
- распульповка отвального железо-кальциевого кека;
- сорбция цинка, промывка сорбента после сорбции;
- десорбция цинка, промывка сорбента после десорбции;
- упаривание и кристаллизация цинкового купороса.

1.4 Мощность производства

Планируемая мощность опытного завода по переработке чернового медного концентрата составляет:

- 48240 т/год (или 6 т/час) по исходному черновому медному концентрату;
- режим работы – непрерывный;
- число часов работы – 8040 часов в год;
- количество технологических линий по переработке концентрата и по основным продуктам - 1

При этом показатели сквозного извлечения в готовую продукцию составят:

- сквозное извлечение рения в товарный перренат аммония – 99,2%;
- сквозное извлечение серебра в катодный осадок – 98,7%;
- сквозное извлечение меди в сернокислый раствор – 98,7%;
- сквозное извлечение железа в железный купорос – 80,0%
- сквозное извлечение цинка в цинковый купорос – 98,7%

Производительность опытного завода по основным продуктам при переработке 48240 т/год черного медного концентрата составит:

- по сернокислому раствору меди - 282,7 тыс. м³ в год (или 4240 т/год в пересчете на катодную медь);
- по товарному перренату аммония ТУ 48-7-1-90 – 514 кг/год (или 355 кг/год по рению в перренате аммония);
- по катодному осадку серебра – 7188 кг/год;
- по железному купоросу ГОСТ 6981-94 – 6000 т/год (или 1208,6 т/год по железу в купоросе);
- по цинковому купоросу ГОСТ 2783-82 – 97,5 т/год (или 22 т/год по цинку в купоросе).

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДИМОЙ ПРОДУКЦИИ

В соответствии с технологической схемой по разработанной технологии производится несколько видов готовой продукции:

- десорбат содержащий медь и серную кислоту для дальнейшей переработки его на участке подготовки медного электролита (требуется разработка технических условий или стандарта предприятия);
- катодный осадок содержащий серебро (требуется разработка технических условий или стандарта предприятия);
- кристаллический перренат аммония по ТУ 48-7-1-90;
- кристаллический железный купорос по ГОСТ 6981-94;
- кристаллический цинковый купорос по ГОСТ 2783-82;

Требования к качеству десорбата содержащего медь и серную кислоту представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Состав десорбатов меди поступающих с ОЗ на переработку их методом электролиза

Наименование показателя	Значения, г/л
Внешний вид	раствор темно-синего цвета
Плотность, г/см ³	
Основной состав	
Содержание Cu, не менее	40
Содержание свободной H ₂ SO ₄ , не менее	80-120
Содержание основных примесей	
Содержание Zn	н/р
Содержание Fe	1,0-3,0
Содержание Ni	1,0-3,0
Содержание Al	н/р
Содержание As, не более	0,1
Содержание Sb	0,044
Содержание Cl, не более	0,5
Содержание Bi	0,006-0,018

Требования к качеству катодного осадка серебра представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Состав катодного осадка серебра на аффинажное производство

Наименование показателя	Значения, % масс
Содержание Ag, не менее	80,0
Содержание влаги, не более	10,0

Требования к качеству перрената аммония в соответствии с ТУ 48-7-1-90 представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Требования к составу перрената аммония по ТУ 48-7-1-90

Наименование показателя	Марка		
	AP-0	AP-1	AP-2
1. Внешний вид	кристаллы белого, серого и желтоватого цвета без видимых механических включений		
2. Массовая доля рения (в пересчете на сухой продукт), %, не менее	69	69	69
3. Массовая доля примесей (в пересчете на сухой продукт), %, не более			
алюминия	0,0005	0,0020	0,002
железа	0,0005	0,0010	0,001
калия	0,0050	0,010	0,050
кальция	0,0010	0,003	0,003
кремния	0,0010	0,002	0,002
магния	0,0002	0,002	0,002
марганца	0,0001	0,002	0,002
меди	0,00005	0,001	0,005
молибдена	0,0005	0,010	0,010
натрия	0,0010	0,002	0,002
никеля	0,0002	0,002	0,002
серы	0,0020	0,005	0,02
фосфора	0,0010	0,001	0,001

3 ХАРАКТЕРИСТИКА СЫРЬЯ, МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУПРОДУКТОВ И ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ

Требования к качеству для технической серной кислоты в соответствии с ГОСТ 2184-2013 представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Требования для технической серной кислоты в соответствии с ГОСТ 2184-2013

Наименование показателя	Контактная		
	Улучшенная	Техническая	
		1-й сорт	2-й сорт
Массовая доля моногидрата (H ₂ SO ₄), %	92,5-94,0	Не менее 92,5	
Массовая доля свободного серного ангидрида (SO ₃), %, не менее	-	-	-
Массовая доля железа (Fe), %, не более	0,006	0,02	0,1
Массовая доля остатка после прокаливания, %, не более	0,02	0,05	Не нормируется
Массовая доля окислов азота (N ₂ O ₃), %, не более	0,00005	Не нормируется	
Массовая доля нитро-соединений, %, не более	Не нормируется		
Массовая доля мышьяка (As), %, не более	0,00008	Не нормируется	
Массовая доля хлористых соединений (Cl), %, не более	0,0001	Не нормируется	
Массовая доля свинца (Pb), %, не более	0,001	Не нормируется	
Прозрачность	Прозрачная без разбавления	Не нормируется	
Цвет, см ³ раствора сравнения, не более	1	6	Не нормируется

Требования к качеству кислоты серной марки «чда» в соответствии с ГОСТ 4204-77 представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Требования к качеству кислоты серной марки «чда» в соответствии с ГОСТ 4204-77

Показатель	Норма для марки		
	химически чистый (х.ч.) ОКП 26 1212 0023 02	чистый для анализа (ч.д.а.) ОКП 26 1212 0022 03	чистый (ч.) ОКП 26 1212 0021 04
Массовая доля серной кислоты (H ₂ SO ₄), %	93,6-95,6	93,6-95,6	93,6-95,6
Массовая доля остатка после прокаливания, %, не более	0,0006 (0,001)	0,001 (0,002)	0,005
Массовая доля хлоридов (Cl), %, не более	0,00002	0,00005	0,00010
Массовая доля нитратов (NO ₃), %, не более	0,00002 (0,00005)	0,00005	0,00050
Массовая доля аммонийных солей (NH ₄), %, не более	0,0001	0,0002	0,0005
Массовая доля тяжелых металлов (Pb), %, не более	0,0001	0,0002	0,0005
Массовая доля железа (Fe), %, не более	0,00002 (0,00005)	0,00005 (0,00010)	0,00030
Массовая доля мышьяка (As), %, не более	0,000001	0,000003	0,000010
Массовая доля селена (Se), %, не более	0,0001	0,0001	0,0005
Массовая доля веществ, восстанавливающих KMnO ₄ , % (в пересчете на SO ₂), не более	0,0002 (0,0003)	0,0003 (0,0004)	0,0004

Требования для натрия хлористого технического (соль каменная) в соответствии с ТУ 2152-097-00209527-2004 в таблице 7.

Таблица 7 – Требования для натрия хлористого технического (соль каменная) в соответствии с ТУ 2152-097-00209527-2004

Наименование показателя	Норма		
	Высший сорт	1 сорт	2 сорт
1. Внешний вид	Кристаллический продукт серовато-белого цвета с включением кристаллов темно-серой и красноватой окраски		
2. Массовая доля хлористого натрия, %, не менее	97,0	95,0	93,0
3. Массовая доля нерастворимого в воде остатка, %, не более	0,5	1,2	1,2
4. Массовая доля магний-иона, %, не более	0,1	0,2	0,2
5. Массовая доля кальций-иона, %, не более	0,8	1,0	1,2
6. Массовая доля калий-иона, %, не более	0,1	0,5	0,5
7. Массовая доля сульфат-иона, %, не более	1,2	1,8	3,0
8. Массовая доля оксида железа (3), %, не более	0,1	-	-
9. Массовая доля влаги, %, не более	0,6	1,0	1,0

Требования к качеству соды кальцинированной в соответствии с ГОСТ 5100-85 приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Требования к качеству соды кальцинированной в соответствии с ГОСТ 5100-85

Наименование показателя	Норма для марки и сорта					
	Марка А ОКП 21 3111 0200			Марка Б ОКП 21 3111 0100		
	Высший сорт ОКП	Первый сорт ОКП	Второй сорт ОКП	Высший сорт ОКП	Первый сорт ОКП	Второй сорт ОКП
	21 3111 0220	21 3111 0230	21 3111 0240	21 3111 0120	21 3111 0130	21 3111 0140
1. Внешний вид	Гранулы белого цвета			Порошок белого цвета		
2. Массовая доля углекислого натрия (Na_2CO_3), %, не менее	99,4	99,0	98,5	99,4	99,0	99,0
3. Массовая доля углекислого натрия (Na_2CO_3) в пересчете на непрокаленный продукт, %, не менее	98,7	98,2	97,0	98,9	98,2	97,5
4. Массовая доля потери при прокаливании (при 270-300) °С, %, не более	0,7	0,8	1,5	0,5	0,8	1,5
5. Массовая доля хлоридов в пересчете на NaCl, %, не более	0,2	0,5	0,8	0,4	0,5	0,8

Продолжение таблицы 8

6. Массовая доля железа в пересчете на Fe ₂ O ₃ , %, не более	0,003	0,005	0,008	0,003	0,003	0,008
7. Массовая доля веществ не растворимых в воде, %, не более	0,04	0,04	0,08	0,03	0,04	0,08
8. Массовая доля сульфатов в пересчете на Na ₂ SO ₄ , %, не более	0,04	0,05	Не нормируется	0,04	0,05	Не нормируется
9. Насыпная плотность, г/см ³ , не менее	1,1	0,9	0,9	Не нормируется		
10. Гранулометрический состав:	То же					
остаток на сите с сеткой № 2К по ГОСТ 6613, % не более	Не нормируется	5	5			
прохождение через сито с сеткой № 1,25К по ГОСТ 6613, %, не более	100	Не нормируется	Не нормируется			
остаток на сите а сеткой № 1К по ГОСТ 6613, %, не более	3	То же	То же			
прохождение через сито с сеткой № 01К по ГОСТ 6613, %, не более	7	15	25			
11. Магнитные включения размером более 0,25 мм	Отсутствуют	Не нормируется		То же		

Требования к качеству кислоты азотной неконцентрированной в соответствии с ГОСТ Р 53789-2010 представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Требования к качеству кислоты азотной неконцентрированной в соответствии с ГОСТ 53789-2010

Наименование показателя	Высший сорт	Первый сорт	Второй сорт
1. Внешний вид	Бесцветная или слегка желтоватая прозрачная жидкость без механических примесей		
2. Массовая доля, %: азотной кислоты, не менее	57,0	56,0	46,0

Требования для технической аммиачной воды в соответствии с ГОСТ – 9-92 представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Требования для технической аммиачной воды в соответствии с ГОСТ - 9-92

Наименование показателя	Норма для марки	
	А ОКП 21 3325 0200	В ОКП 21 8133 0200
Внешний вид	прозрачная бесцветная жидкость	прозрачная бесцветная или желтоватая жидкость
Массовая доля аммиака, % в пересчете на азот, %	25 не нормируется	25 20,5
Массовая концентрация нелетучего осадка, г/см ³	0,07	не нормируется
Массовая концентрация диоксида углерода, г/дм ³	не нормируется	8

Требования для известняка кускового в соответствии с ГОСТ 23671-79 представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Требования для известняка кускового в соответствии с ГОСТ 23671-79

Наименование показателя	Норма для марки			Метод испытания
	ИК-54-0,1	ИК-53-0,2	ИК-51-0,3	
1. Массовая доля окиси кальция (CaO), %, не менее	54,0	53,0	51,0	По ГОСТ 23673.1-79
2. Массовая доля окиси железа (Fe ₂ O ₃), %, не более	0,1	0,2	0,3	По ГОСТ 23673.2-79
3. Массовая доля окиси магния (MgO), %, не более	0,6	1,5	2,5	По ГОСТ 23673.1-79
4. Массовая доля окиси кремния (SiO ₂), %, не более	1,0	1,5	2,5	По ГОСТ 23673.4-79
5. Массовая доля окиси алюминия (Al ₂ O ₃), %, не более:	0,5	1,0	1,5	По ГОСТ 23673.3-79
6. Массовая доля влаги, %, не более	7	7	7	По ГОСТ 23673.5-79
7. Массовая доля кусков, %, размером: более 300 мм	Отсутствие	Отсутствие	Отсутствие	По ГОСТ 23672-79
менее 20 мм, не более	10	10	10	

Требования для тиомочевины в соответствии с ГОСТ 6344-73 представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Требования для тиомочевины в соответствии с ГОСТ 6344-73

Наименование показателя	Норма		
	химически чистый (х.ч.) 26 3654 0763 05	чистый для анализа (ч.д.а.) 26 3654 0762 06	чистый (ч.) 26 3654 0761 07
1. Массовая доля тиомочевины (CH ₄ N ₂ S), %, не менее	99,0	98,0	97,5
2. Температура плавления, °С, не ниже (препарат должен плавиться в интервале 2 °С)	174	173	Не нормируется
3. Массовая доля нерастворимых в воде веществ, %, не более	0,002	0,005	0,010
4. Массовая доля остатка после прокаливания в виде сульфатов, %, не более	0,005	0,010	0,020
5. Массовая доля роданидов (CNS), %, не более	0,005	0,010	0,010
6. Массовая доля тяжелых металлов (Pb), %, не более	0,0005	0,0020	0,0050
7. Чувствительность к Вi (0,025 мг Вi в 50 см ³ , раствора) по оптической плотности, не менее	0,05	0,05	Не нормируется

Требования для умягченной воды (конденсата) в соответствии с ГОСТ 6709-96 представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Требования для умягченной воды (конденсата) в соответствии с ГОСТ 6709-96

Наименование показателя	Регламентируемая величина
рН	5,4 – 6,6
Сухой остаток мг/л, не более	5,0
Железо общее мг/л, не более	0,05
Сульфаты мг/л, не более	0,5
Хлориды. мг/л, не более	0,02
Свинец. мг/л, не более	0,05
Перманганатная окисляемость. мгО ₂ /л	0,08

4 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Производство по переработке медного концентрата разбито на четыре отделения:

1) Отделение №1 включает:

- сгущение пульпы чернового концентрата;
- механо-активация пульпы перед вскрытием.

2) Отделение №2 включает:

- декарбонизация пульпы чернового медного карбоната с помощью серной кислоты;

- вскрытие пульпы смесью азотной и серной кислот с добавкой хлорида натрия;

- осаждение железа во вскрытой пульпе карбонатом кальция при $\text{pH}=3,5-4,0$;

- фильтрация железо-кальциевого кека (ЖКК);

- растворение части ЖКК для получения железного купороса;

- восстановление Fe (III) в железо Fe (II);

- фильтрация и упарка раствора сульфата железа (II);

- кристаллизация железного купороса;

- фильтрация и затарка $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$;

- получение раствора содержащего медь, серебро, рений.

3) Отделение №3 включает:

- сорбционная переработка исходного раствора на колоннах с фиксированным слоем смолы с последовательным извлечением рения, серебра, цинка;

- получение рения в виде перрената аммония (APR), серебра в виде десорбата раствора для последующей электролизной переработки в металл, цинка в виде цинкового купороса $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

4) Отделение №4 включает:

- сорбционное извлечение меди в непрерывном режиме на сорбционно-десорбционном каскаде (СДК), с получением товарного десорбата меди, перерабатываемого в существующей технологической цепочке электролиза;

- приготовление рабочих растворов для сорбции и осаждения.

Аппаратурная схема комплексного производства по переработке бедного медного концентрата по сорбционной схеме представлена на чертеже № РРМ.1172.00.00.000 – АТС.

4.1 Отделение №1

Схема приготовления пульпы ЧМК и подготовка поверхности минералов представлена на черт.РРМ.0218.00.00.000-АТС (лист 1).

Пульпа медного чернового концентрата с содержанием твердого 50% поступает после сгущения с помощью флокулянта в каскад аппаратов (отделение № 1) для механической обработки поверхности минералов поз. Р-114/1,2.

Каскад аппаратов ЗИМАР работает в непрерывном режиме. В аппаратах каскада происходит значительное увеличение поверхности твердой части пульпы, а также механическая активация поверхности чернового концентрата меди, что способствует его более эффективному вскрытию на дальнейших операциях.

После прохождения аппаратов ЗИМАР каскада поз. Р-114/1,2 пульпа поступает в буферные реакторы-накопители поз. Р-115/1,2, из которых пульповыми насосами поз. Н-116/1,2 пульпа подается на операцию декарбонизации в два параллельно подключенных реактора поз. Р-200/1,2 (отделение № 2).

4.2 Отделение №2

Операции, входящие в отделение №2 представлены на схемах РРМ.0218.00.00.000 – АТС лист 2, 3, 4, 5, 6,7

Пульпа медного концентрата, поступающая из реакторов поз. Р-115/1,2 (отделение 1), обрабатывается в реакторах декарбонизации поз. Р-200/1,2 поочередно серной кислотой 92%, подаваемой из напорного бака поз. Е-202 до полного растворения карбонатных соединений содержащихся в концентрате. Конечное значение рН при этом в пульпе устанавливается на уровне 4,5–5,5.

Далее декарбонизированная пульпа подается на I ступень абсорбции нитрозных газов (поз. АБ-217, лист 3), отходящих с узла выщелачивания. Пульпа подается в кубовую часть абсорбера и при помощи насоса циркулирует через тарельчатый абсорбер, в котором происходит абсорбция 80–85% объема нитрозных газов водной декарбонизированной пульпой с образованием азотной кислоты.

Пульпа концентрата насыщенная окислами азота направляется насосами поз. Н-226/1,2 в первый реактор каскада вскрытия поз. Р-204/1.

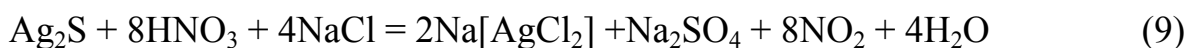
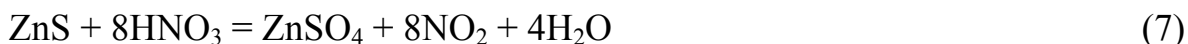
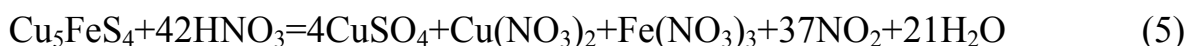
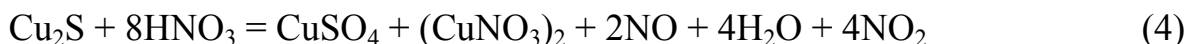
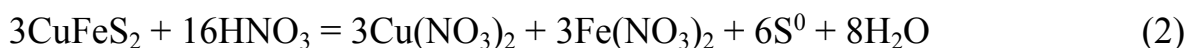
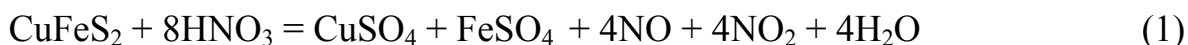
Нитрозные газы NO_x , образующиеся в процессе выщелачивания, отводятся из реакционной зоны каскада вскрытия с помощью вентиляторов поз. В-222/1,2 и направляются на участок абсорбции нитрозных газов.

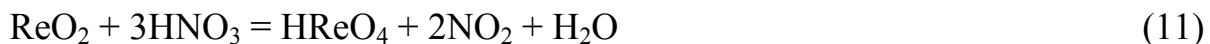
После улавливания окислов азота пульпой концентрата, остаточные нитрозные газы поступают на абсорбцию обратными растворами после сорбции Re, Ag и Cu в тарельчатые противоточные абсорберы поз. АБ-218/1-3. В результате образуется азотная кислота, которая подается насосом поз. Н-229/1 в 1-ый реактор каскада вскрытия поз. Р-204/1, а сбросные газы направляются далее в абсорбер АБ-220 орошаемый концентрированной серной кислотой. Окислы азота NO_x улавливаются в результате химической реакции образования нитрозилсерной кислоты, которая также направляется в каскад вскрытия чернового концентрата меди. В каскад направляется и раствор хлорида натрия из поз. Е-211.

Потоки на каскад вскрытия подаются через расходомеры, чтобы сбалансировать реагенты в процессе вскрытия пульпы медного концентрата.

Выщелачивание меди, серебра, рения и железа в каскаде реакторов поз. Р-204/1-4 протекает в течение 2–2,5 часов при температуре 80–90°C.

В процессе выщелачивания протекают следующие основные химические реакции растворения минералов меди и сопутствующих примесей.





Наряду с основными реакциями, протекают вторичные процессы с участием продуктов первичных реакций взаимодействия исходных компонентов системы:



Контроль степени выщелачивания ведется по значению ОВП. Вскрытая пульпа из последнего реактора поз. Р-204/4 подается в два параллельно подключенных реактора поз. Р-205/1,2 для охлаждения пульпы перед нейтрализацией. Охлаждение осуществляется при помощи барботажа сжатым воздухом. При этом испаряется вода и происходит понижение температуры пульпы на $\Delta t = 20\text{--}25^\circ\text{C}$. Насыщенный влагой воздух асперируется из реакторов в кожухотрубчатый теплообменник поз. ТО-209 охлаждаемый водой.

Испаренная влага конденсируется в теплообменнике. Присутствующие в парогазовой смеси (ПГС) пары HCl и окислы азота NO_x частично улавливаются в конденсате, поэтому конденсат подается в первый реактор каскада вскрытия поз. Р-204/1 самотеком. Охлажденная до $t = 45\text{--}55^\circ\text{C}$ ПГС направляется на газоочистную станцию отделения № 2 (поз. СП-237) для очистки от паров HCl и NO_x раствором соды.

Нитрозные газы перед абсорбцией серной кислотой доокисляются в полом распылительном абсорбере поз. АБ-219 орошаемом 57% азотной кислотой.



Абсорбция окислов азота водой протекает по реакциям:



По такому механизму (18, 19) осуществляется абсорбция окислов азота декарбонизированной пульпой концентрата и оборотной водой.

После доокисления NO в NO₂ в нитрозных газах следует санитарная доочистка газов аспирации из каскада вскрытия концентрата.

Санитарная доочистка нитрозных газов осуществляется в четырех прямоточных высокоскоростных скрубберах с тарельчатой пакетной насадкой, орошаемых содовым раствором поз. К-221/1-4 в режиме противотока, т.е. раствор соды ~ 12–15% и газы движутся по каскаду навстречу друг другу.

Очищенный газ выбрасывается в атмосферу вентиляторами поз. В-224/1,2. Орошающий раствор скрубберов с накопленным в нем нитратом натрия подается также в каскад вскрытия как окислитель.

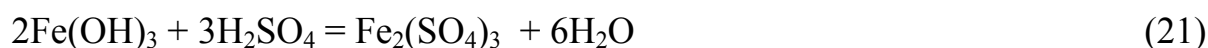
Пульпа из реакторов поз. Р-205/1,2 насосами поз. Н-206/1,2 подается в напорный бак каскада нейтрализации поз. Р-246 (лист 4). В реактор каскада нейтрализации поз. Р-248/1-4 дозируется по значению pH пульпа известнякового «молока» из реактора поз. Р-247. Конечное pH должно выдерживаться в интервале 3,5–4,0. При этом в каскаде осаждается гидроокись железа (III) и часть сульфата кальция CaSO₄, т.е. образуется железо-кальциевый кек (Fe – Ca).

Пульпа из каскада реакторов поз. Р-248/1-4 содержащая железно-гипсовый кек подается насосами поз. Н-249/1,2 в реактор-буфер поз. Р-252, откуда пульпа насосами поз. Н-253/1,2 подается на фильтрацию в два параллельно установленных камерных фильтр-пресса поз. ФП-254/1,2. После цикла фильтрации осадок тщательно отмывается от маточного раствора, содержащего ~ 20 г/л Cu, затем отдувается воздухом и разгружается в реактор поз. Р-255/1,2.

Разгруженный осадок Fe-Са кека распульповывается обратным раствором и откачивается далее на сброс (отвальное поле) или на растворение гидроокиси Fe (III) и получения побочного продукта железного купороса $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

Железного купороса предполагается получать 6000 т в год, для этого необходимо растворить в серной кислоте ~ 30% железисто-гипсового кека в каскаде реакторов поз. Р-261/1-3.

Растворение проводится по реакции:



Тот железисто-гипсовый кек, который не растворяется, репульпируется обратным раствором и откачивается насосами поз. Н-256/1,2 через «хвостовой» бак поз. Р-244 на отвальное поле.

Раствор железа (III) после фильтрации пульпы на фильтр-прессах поз. ФП-265/1,2 собирается в емкости поз. Е-268 и насосами поз. Н-269 откачивается на восстановление Fe (III) железным скрапом в реакторах поз. Р-273/1,2. Скрап (железная стружка, куски жести от штамповки и т.д.) с узла подготовки скрапа, где он отмывается от масла и других загрязнений щелочными и кислыми растворами, загружается в решетчатые «прозрачные» корзины; корзины тельфером устанавливаются в емкости, закрепляются и затем включается мешалка. В процессе перемешивания происходит восстановление Fe (III) в Fe (II)



После завершения процесса восстановления, раствор железа (II) фильтруется на фильтр-прессах поз. ФП-280/1,2 и подается на упаривание в выпарные аппараты с выносной греющей камерой и принудительной циркуляцией поз. ВА-281/1-3 (лист 6).

Выпарка проводится в 2-х аппаратах, третий выпарной аппарат в это время находится в обслуживании (чистится греющая камера, проводится ремонт). В 2-х

корпусной выпарной установке раствор сульфата железа под разряжением упаривается в несколько раз до ~ 35% (масс.) раствора по Fe_2SO_4 . Со 2-ой ступени горячий (~60°C) насыщенный раствор сульфата железа (II) сливается в кристаллизатор с коническим днищем поз. РК-297, оборудованный змеевиковым теплообменником, тихоходной лопастной мешалкой. Параллельно с кристаллизатором установлен буферный реактор поз. Р-296 с подогревом и мешалкой, в который загружается раствор с выпарки, когда в кристаллизаторе проводится кристаллизация.

Процесс кристаллизации $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ проводится следующим образом.

Упаренный до 35% (масс.) раствор сульфата железа (II) загружается в кристаллизатор поз. РК-297 (лист 7), далее в змеевиковый теплообменник подается охлаждающая вода и включается мешалка. Насыщенный раствор охлаждается до $t=20-30^\circ\text{C}$. При этом растворимость сульфата железа (II) уменьшается до 20,8% (250 г/л по FeSO_4) и до 24,7% (306,2 г/л) соответственно и сульфат железа (II) выделится из раствора в виде кристаллической фазы $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.

При остывании раствора с 60°C до 30°C концентрация FeSO_4 в растворе изменится на 176 г/дм³ или на 176 кг/м³. Объем кристаллизатора геометрический поз. РК-297 ~ 12 м³; рабочий ~ 10 м³, т.е. за один цикл может выделиться ~ 1760 кг кристаллов $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Так как при производственной программе необходимо в год получить 6000 т $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ или в сутки 17,9 т, то необходимо в сутки осуществить ~ 10 циклов кристаллизации, что вполне возможно.

Далее кристаллы железного купороса подаются в напорный бак поз. Р-290, из которого дозируются на два барабанных вакуум-фильтра поз. ФБ-291/1,2. После фильтрации кристаллы отдуваются, подсушиваются на воздухе, срезаются с барабана в течку и затариваются в мягкие контейнеры типа МКР грузоподъемностью $Q = 1$ т. Маточный раствор (фильтрат) разгружается с фильтров в емкость поз. Е-288 и затем насосами поз. Н-289 подается в буферную емкость исходного раствора на узел выпарки поз. Е-275 (лист 5). Первичный конденсат из греющей камеры головного аппарата выпарки и вторичный из греющей камеры

второго аппарата и барометрического конденсатора поз. К-284 используется в технологии.

4.3 Отделение №3

Операции, входящие в отделение №3 представлены на схемах РРМ.0218.00.00.000 – АТС лист 8, 9, 10, 11, 12, 14, 16.

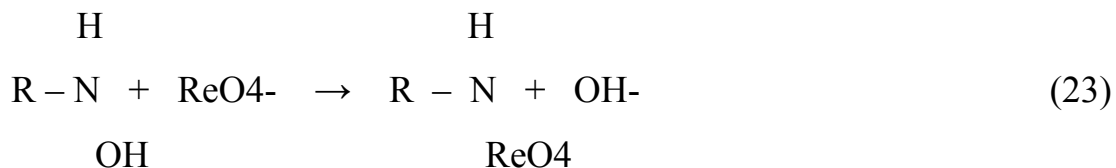
Фильтрат после фильтрации нейтрализованной пульпы вскрытия, содержащий в себе медь, серебро и рений, разгружается с фильтров поз. ФП-254/1,2 в емкости поз. Е-257/1,2 и далее насосами поз. Н-258/1,2 подается на сорбцию рения в буферные накопительные емкости поз. Е-270/1,2. Из этих емкостей насосами поз. Н-271/1,2 фильтрат подается в напорный бак исходного раствора поз. Е-300 на сорбционное извлечение рения в колоннах с неподвижным слоем смолы поз. КС-303/1-3.

Для сорбции рения используются селективные к рению сорбенты аниониты, имеющие в качестве функциональных групп вторичные аминогруппы (Lewatit K3375 или Purolite A170) с размером зерен смолы ~ 0,8 мм.

Сорбционный каскад на извлечение рения состоит из 3-х колонн соединенных последовательно поз. КС-303/1-3. Сорбция ведется на 2-х колоннах, третья колонна на регенерации или в резерве.

Исходный раствор из напорного бака поз. Е-300 подается в распределительный коллектор головной колонны сорбции поз. КС-303/1-3. Пройдя сверху вниз, раствор через нижний отводной коллектор выводится из колонны и подается в верхнюю часть следующей колонны сорбции. Пройдя также сверху вниз слой смолы второй колонны, раствор уже без рения выводится из колонны и собирается в емкости бросового раствора поз. Е-304. Когда на второй колонне в растворе появляется проскок по рению (5% от стех.), смола первой колонны полностью насыщается рением, т.е. концентрация рения в растворе на выходе из колонны становится равной концентрации на входе в колонну и колонна выводится на регенерацию. Вместо нее подключается третья колонна с отрегенированной смолой. Далее цикл повторяется, т.е. свежая колонна все время подключается в хвост, а первая по раствору выводится на регенерацию.

В процессе сорбции рения в зернах сорбента протекает следующая реакция:



Сорбент насыщается рением, и затем головная колонна переключается на регенерацию. Десорбирующим раствором для рения данным анионитом является ~ 7% аммиачная вода, которая подается в нижнюю (или в верхнюю) часть колонны и отводится из верхней ее части (или нижней) в виде насыщенного по рению аммиачного элюата. Элюат собирается в реакторы поз. Р-310/1,2. Соотношение на десорбции $V_{p-ра} : V_{смол.} = 6$, следовательно десорбата Re будет ~ 30 мЗ.

Далее из рениевого десорбата отгоняют избыток аммиака в аппарате термического разложения поз. АТР-312 (лист 9). Аппарат представляет собой комбинацию реактора и колонны. В кубовой части аппарата вставлен змеевиковый теплообменник для нагрева раствора глухим паром.

Колонна с тарелками, установленная на крышке аппарата, орошается раствором с помощью насосов. Воздух для отдувки аммиака и увеличения поверхности контакта фаз засасывается в колонну через верх из атмосферы; количество поступающего в аппарат воздуха можно регулировать. Аппарат термического разложения работает в периодическом режиме. Парогазовая смесь, содержащая аммиак, из поз. АТР-312 асперируется в абсорбер с пакетной тарельчатой насадкой поз. АТН-314 (лист 16). Сверху абсорбер орошается чистой холодной водой, внизу - аммиачным, охлаждаемым в теплообменнике поз. ТО-316, раствором с помощью насосов поз. Н-315/1,2.

Периодически насыщенный аммиаком орошающий раствор в виде 7% аммиачной воды откачивается из кубовой части АТН-314 в реактор сборник поз. Р-317, в котором корректируется концентрация аммиака в аммиачной воде с помощью концентрированной аммиачной воды (24% со склада).

После полной отгонки аммиака раствор рения в виде перрената аммония NH_4ReO_4 из кубовой части аппарата поз. АТР-312 насосами поз. Н-313/1,2

откачиваются в емкость исходного раствора поз. Е-323 узла сорбционного концентрирования рения, в которой раствор подкисляется 92% серной кислотой до $\text{pH} = 2,5 - 3,0$. Сорбционное концентрирование рения проводится на такой же смоле, что и основная сорбция.

Сорбционное концентрирование рения проводится также в 3-х колоннах; две колонны на сорбции, третья - на регенерации.

Режим работы сорбционного каскада такой же, как и на сорбции рения из основного потока после вскрытия концентрата. Перед десорбцией аммиачной водой проводится промывка насыщенного сорбента водой из напорной емкости поз. Е-319, затем проводится десорбция, в результате которой образуется насыщенный по рению аммиачный элюат. Рений находится в растворе в виде перрената аммония, раствор перрената аммония (~ 10 г/л по Re) из емкости поз. Е-332 насосом поз. Н-333 подается на узел упаривания и кристаллизации перрената аммония (APR) в выпарной аппарат поз. ВА-338/а (лист 10).

На выпарке раствор упаривается в 8–10 раз и далее сливается в кристаллизатор поз. КР-339, оборудованный охлаждающей рубашкой и тихоходной мешалкой. При охлаждении упаренного раствора до $25-30^\circ\text{C}$ растворимость NH_4ReO_4 уменьшается до 70–80 г/л и при этом выпадают черновые кристаллы APR.

Черновой перренат аммония отфильтровывается на нутч-филт্রে поз. ФН-340а, кристаллы переносятся с фильтра в реактор поз. Р-341 для проведения растворения и перекристаллизации.

Маточник с фильтра поз. ФП-340а от «грязных» кристаллов APR подается снова в выпарной аппарат ВА-338/а.

«Грязные» кристаллы APR растворяются в реакторе поз. Р-341, раствор фильтруется на обогреваемом патронном фильтре поз. ПФ-346 и затем фильтрат подается в выпарной аппарат поз. ВА-338б, а затем в кристаллизатор поз. КР-347, где при охлаждении снова выпадают уже чистые кристаллы APR.

Этот осадок, представляющий собой уже перренат аммония высокой чистоты, фильтруется на нутч-филт্রে поз. ФН-351/а и подвергается атмосферной сушке в чистом вентилируемом помещении с получением товарного перрената аммония,

который затаривается в двойные полиэтиленовые мешки по 3 кг. Полиэтиленовые мешки в свою очередь затариваются по 10 шт. в полиэтиленовый контейнер, закрывающийся заворачивающейся крышкой с пломбой.

Пары из выпарного аппарата поз. ВА-338/а аспирируются вентилятором поз. В-345 через кожухотрубчатый холодильник поз. ТО-344 и ловушку поз. Е-343.

Аммиачный конденсат из теплообменника поз. ТО-344 собирается в емкости поз. Е-342 и используется для растворения «грязных» кристаллов АРР и для других нужд в технологии, а аммиачная сдвка после теплообменника поз. ТО-344 вентилятором поз. В-345 подается на очистку в скруббер ПТС (лист 16).

Бросовый раствор после извлечения рения из емкости поз. Е-304 насосами поз. Н-305/1,2 подается на узел сорбционного извлечения серебра в напорную емкость поз. Е-353 (лист 11).

Сорбция серебра, также как и сорбция рения осуществляется в 3-х колоннах с неподвижным слоем сорбента. В качестве сорбента используется катионит, смола Lewatit MonoPlus TP214 селективная к ионам серебра, содержащая в качестве функциональных групп тиокарбомид. Две колонны находятся в режиме сорбции постоянно, третья колонна на регенерации и в резерве (поз. КС-356/1-3). Режим работы сорбционного узла по извлечению серебра такой же как и на извлечении рения.

В процессе сорбции серебра протекает следующая реакция в фазе смолы:



Насыщенную серебром колонну сначала промывают водой из поз. Е-355, затем проводят десорбцию серебра. Десорбирующим раствором является раствор тиомочевины 70 г/л по $(\text{NH}_4)_2\text{CS}$ и 50 г/л H_2SO_4 ; десорбирующий раствор подается из емкости поз. Е-354 в нижнюю часть колонны. Десорбат (элюат серебра) собирается в емкости поз. Е-360, откуда насосом поз. Н-361 подается на узел электролиза и получения металлического серебра.

Бросовый раствор после сорбции меди на сорбционно-десорбционном каскаде (СДК) из реакторов контрольного отделения смолы поз. Р-422/1,2 (лист 12) насосами поз. Н-425/1,2 (лист 14) подается в напорный бак узла сорбции цинка поз. Е-368, откуда нужное количество раствора ($\sim 4 - 6$ м³/час), содержащего цинк, дозируется через расходомер и клапан на сорбционный каскад, состоящий из 2-х колонн с неподвижным слоем смолы. Остальной раствор по переливу самотеком поступает в буферные накопительные емкости оборотного раствора поз. Е-380/1,2. Этот оборотный раствор разбирается из этих емкостей насосами поз. Н-381/1,2 на различные технологические нужды.

Сорбционное извлечение цинка осуществляется на 3-х колоннах с фиксированным слоем смолы поз. КС-371/1-3. Две колонны постоянно находятся в работе (на сорбции), третья колонна на регенерации или в резерве. Режим работы колонн на сорбции цинка такой же, как и на сорбции рения и серебра.

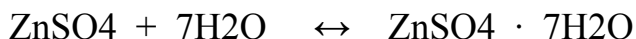
Раствор, содержащий цинк ($\sim 0,5$ г/л) подается в колонну сверху вниз. Пройдя слой смолы первой колонны, раствор собирается в коллектор в нижней части, выводится из колонны и подается снова в верхнюю часть второй колонны. Со второй колонны раствор без цинка собирается в бросовую емкость поз. Е-362.

Сорбция цинка проводится в сорбционных колоннах с неподвижным слоем сорбента, катионита Lewatit VPOC 1026, который содержит в качестве функциональных групп ди-2-этилгексилфосфаты, селективные к ионам цинка.

После насыщения, головная колонна выводится на регенерацию. Десорбирующим раствором для цинка является сернокислый раствор $\sim 15\%$ по H₂SO₄. Раствор подается в напорный бак поз. Е-369 насосами поз. Н-416/1,2 из реактора поз. Р-415. Раствор на регенерацию подается снизу вверх и выводится из колонны через верхний коллектор в сборник десорбата емкость поз. Е-366 (концентрация цинка в элюате $\sim 7-10$ г/л).

Регенерированный сорбент после десорбции возвращается в цикл сорбции, а десорбат, представляющий собой сернокислый раствор сульфата цинка, откачивается насосами поз. Н-367 на участок упаривания и кристаллизации с получением цинкового купороса:

t оС, вакуум



Упаривание проводится в выпарном аппарате поз. ВА-372, оборудованном змеевиковым теплообменником и барботером воздуха. Теплообменник обогревается паром. Вентилятор поз. ВН-379 отсасывает пары воды через кожухотрубчатый теплообменник поз. ТО-377 охлаждаемый водой, конденсат из теплообменника стекает в емкость поз. Е-376 и используется в технологии.

Упаривание раствора сульфата цинка проводится примерно до 40% при 70 оС, что соответствует концентрации ~ 610 г/л по $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ или 138 г/л по Zn, т.е. исходный раствор необходимо упаривать приблизительно в 18 раз, т.к. расчетная концентрация цинка в элюате составляет всего ~ 7,5 г/л. Количество элюата при регенерации сорбента при соотношении $V_{\text{р-ра}} / V_{\text{смолы}} = 4$ будет $0,73 \times 4 = 2,92$ м³. В сутки при годовой программе по цинку 22 т или 97,3 т по цинковому купоросу $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, необходимо провести 3 регенерации; при емкости смолы по Zn ~ 30 кг/м³. Итого суточное количество элюата, которое необходимо упарить будет ~ $2,92 \times 3 = 8,76$ м³.

Конечный объем элюата после упарки будет ~ 0,5 м³. Упаренный раствор представляет собой смесь насыщенного раствора и взвешенных в ней кристаллов $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Суспензия выпускается в буферную обогреваемую емкость поз. Р-373, из которой дозируется на барабанный охлаждаемый кристаллизатор поз. КБР-374, с которого твердые чешуйки кристаллического цинкового купороса разгружаются в контейнер из полипропилена.

4.4 Отделение №4

Операции, входящие в отделение №4 представлены на схемах РРМ.0218.00.00.000 – АТС лист 12, 15, 16

Бросовый раствор после сорбции серебра поступает в цикл сорбции меди. Если рений и серебро извлекались из исходного раствора в колоннах с неподвижным слоем сорбента, т.к. материальные потоки и по рению, и по серебру были незначительны, то извлечение, очистка и концентрирование меди, а это 12,65

т/сутки, проводится в непрерывном режиме в сорбционно-десорбционном каскаде (СДК).

Для сорбции меди подобрана селективная смола (катионит) с размерами зерна ~ 0,8 мм, содержащая в качестве функциональных групп иминодиацетат (Lewatit Mono Plus TP 209 XL).

Сорбционная часть каскада включает цепочку из 5 установленных последовательно пачуков с пневматическим перемешиваем с внутренним дренажным устройством поз. ПСП-421/3-7 (лист 12).

Исходный раствор, содержащий медь (бросовый раствор после сорбции серебра), из поз. Е-357 (лист 11) насосами поз. Н-358/1,2 подается в напорную емкость поз. Е-420 на сорбционно-десорбционный каскад (СДК) по извлечению меди. Из напорного бака раствор подается в первый пачук сорбционного каскада поз. ПСП-421/3, а затем последовательно самотеком проходит все пять аппаратов и из пачука поз. ПСП-421/7 поступает в каскад отстоя смолы поз. Р-422/1,2 и Р-424.

После отделения унесенной из последнего пачука смолы в каскаде поз. Р-422/1,2 бросовый раствор, из которого полностью извлечена медь, откачивается насосами поз. Н-425/1,2 из емкости поз. Р-424 в напорный бак поз. Е-368 (лист 14) на сорбцию цинка (25% от всего потока), а остальной раствор повторно используется на некоторых операциях, а затем сбрасывается на хвостохранилище. Разделение потока бросового раствора с сорбции меди осуществляется следующим образом. Из хвостовой емкости поз. Р-424 весь раствор насосами поз. Н-425/1,2 по уровню откачивается в напорный бак поз. Е-368. Далее из бака на сорбцию цинка в колонны поз. КС-371/1-3 через расходомер и клапан выпускается определенный расход 4 – 6 м³/час, остальной раствор через перелив самотеком сбрасывается в емкости накопителя поз. Е-380/1,2, откуда периодически насосами поз. Н-381/1,2 оборотный раствор раскачивается на различные технологические операции. В случае переполнения емкостей поз. Е-380/1,2, второй насос стоящий в аварийном режиме откачивает излишки раствора в поз. Р-334 (лист 9) и далее на хвостохранилище.

Регенерированный сорбент после отмывки от десорбирующего раствора из колонны поз. КДС-453 (лист 13) аэрлифтом подается в последний по ходу пульпы пачук поз. ПСП-421/7 (лист 12) и транспортирующими аэролифтами перекачивается из пачука в пачук навстречу движению раствора. Таким образом, по каскаду в целом создается полный противоток смолы и раствора, что обеспечивает минимальную концентрацию меди в сбросном растворе в пачуке поз. ПСП-421/7 (< 50 мг/л) и позволяет максимально использовать емкость сорбента по меди. Для того чтобы выдержать заданную циркуляцию смолы по сорбционному каскаду, смола перекачивается из пачука в пачук через устройства контроля смолы (УКС), с помощью которого циркуляция смолы замеряется в ручном режиме с определенной периодичностью.

Насыщенный медью сорбент из пачука поз. ПСП-421/3 отделяется на ленточном фильтре ЛФ-437 от транспортирующего раствора и затем подается на окончательную отмывку в колонну поз. КДС-451. Транспортирующий раствор из емкости поз. Р-426 насосами поз. Н-427/1,2 возвращается снова в пачук поз. ПСП-421/3. Отмывка сорбента от транспортного раствора проводится в поз. КДС-451 промывной водой в противоточном режиме. Обратная вода подается из напорной емкости поз. Е-436 под нижний дренаж колонны и проходит противотоком, опускающейся в колонне смолы и через верхний дренаж аэрлифтом откачивается в емкость поз. Е-430. По мере накопления в промывном растворе грязи и примесей раствор через хвостовую емкость поз. Р-334 откачивается на отвальное поле, а промывная вода заменяется на свежую.

Окончательно отмытый сорбент из колонны поз. КДС-451 аэрлифтом загружается на регенерацию в противоточную ионообменную колонну поз. ПИК-452/1 для десорбции меди.

Из этой колонны поз. ПИК-452/1 смола также откачивается эрлифтом в следующую колонну поз. ПИК-452/2, в результате чего весь слой смолы в колонне поз. ПИК-452/1 очень медленно опускается к нижнему дренажу.

Пройдя сверху вниз до нижнего дренажа плотным слоем, сорбент контактирует с десорбирующим раствором, который поднимается снизу вверх и

снимает со смолы медь. В самом низу слоя над дренажем смола забирается аэрлифтом и перекачивается в следующую колонну поз. ПИК-452/2 и далее в колонну поз. ПИК-452/3. Пройдя три колонны ПИК, медь полностью снимается со смолы в десорбирующий раствор, а смола снова переходит в H^+ форму.

Десорбирующим раствором для снятия меди служит отработанный электролит с участка электролиза меди, содержащий до 35 г/л меди и 170 – 180 г/л H_2SO_4 . Несмотря на то, что в десорбирующем растворе 35 г/л меди, десорбция меди проходит полностью за счет наличия ~ 175 г/л серной кислоты.

Отработанный электролит с электролиза (десорбирующий раствор для меди) принимают с действующего участка электролиза меди в буферные накопительные емкости поз. Е-418/1,2, перемешивание в емкостях происходит за счет сжатого воздуха.

Из буферных емкостей насосами поз. Н-419/1,2 электролит автоматически по уровню подкачивается в напорную емкость поз. Е-442. Из напорной емкости десорбирующий раствор подается в поддренажное пространство последней по ходу смолы колонны поз. ПИК-452/3. Пройдя снизу вверх, раствор через сетку 2-х патронов верхнего дренажа колонн ПИК попадает в приемное колено растворного аэрлифта, который откачивает раствор в напорную емкость поз. Е-441. Из этой напорной емкости регенерирующий раствор подается в поддренажное пространство следующей колонны поз. ПИК-452/2. С верхнего дренажного устройства этой колонны раствор аэрлифтом подается в напорную емкость поз. Е-440, откуда раствор идет в поддренажное пространство колонны поз. ПИК-451/1. С верхнего дренажа этой колонны раствор также подается в напорный бак поз. Е-440. Из напорного бака поз. Е-440 выгружается товарный десорбат меди, но для того чтобы из этого бака можно было бы одновременно подавать раствор на колонну поз. ПИК-452/1, штуцер вывода товарного раствора расположен приблизительно на половине высоты бака от дна.

Все рабочие растворы, подаваемые из напорных баков поз. Е-443, Е-442, Е-441, Е-440, Е-436 на колонны КДС и ПИК должны подаваться через сборку

включающую вентиль, клапан с приводом, электромагнитный расходомер и гидрозатвор с воздушником.

Таким образом, по каскаду регенерации также осуществляется полный противоток сорбента и десорбирующего раствора. Для того чтобы выдержать циркуляцию смолы и на регенерации, смола по колоннам ПИК перекачивается также через устройства контроля смолы (УКС). Перекачка смолы по колоннам КДС и ПИК (по узлу регенерации) осуществляется в автоматическом режиме по уровню смолы в колоннах.

Для того чтобы не потерять медь с транспортирующим раствором при перекачке смолы в пачук поз. ПСП-421/7, смола из колонны поз. ПИК-452/3 аэрлифтом подается на ленточный фильтр поз. ЛФ-444. Транспортирующий раствор с фильтра собирается в емкость поз. Е-432 и откуда насосами поз. Н-433/1,2 присоединяется к десорбату емкость поз. Е-428.

Смола с фильтра поз. ЛФ-444 разгружается в колонну поз. КДС-453, где отмывается от кислоты и меди промывной водой из емкости поз. Е-443. Промытая смола аэрлифтом из поз. КДС-453 закачивается через устройство контроля смолы (УКС) в хвостовой пачук поз. ПСП-421/7.

В каскад пачуков кроме пачуков, работающих на сорбции поз. ПСП-421/3-7, включены два пачука поз. ПСП-421/1,2, которые имеют вспомогательное значение. Пачук поз. ПСП-421/2 служит для освобождения любого из пачуков поз. ПСП-421/3-7 на время его ремонта и ревизии. Пачук поз. ПСП-421/1 является эффективной ловушкой для брызг и капель вентвыбросов всех остальных пачуков. Кроме того, в нем должен храниться запас смолы в рабочем(во влажном) состоянии для ее подгрузки в систему взамен разрушенной и выведенной из оборота. В этот же пачук можно освобождать колонны регенерации КДС и ПИК для их ремонта и ревизии.

Окончательно газы аспирации из сорбционного каскада пачуков и узла регенерации сорбента очищаются в прямоточном тарельчатом скруббере поз. ПТС-448а орошаемом раствором соды. Очищенный газ, минуя ловушку поз. Л-448б, выбрасывается в атмосферу через отдельную шахту.

К отделению № 4 принадлежат также все буферные емкости приема реагентов с базового склада (H_2SO_4 , HNO_3 , NH_4OH). Эти реагенты закачиваются автоматически по уровню в баках поз. Е-402, Е-409 и Е-406 (лист 15) соответственно. Буферная емкость поз. Р-400 для известнякового «молока» закачивается также по уровню, но включение насоса на узле приготовления известнякового «молока» осуществляется по требованию цехового оператора с помощью прямой телефонной связи.

В отделение № 4 входят также узлы приготовления раствора хлорида натрия для вскрытия концентрата, раствора кальцинированной соды для очистки газов аспирации от кислых паров ВХВ, узлы приготовления десорбирующего раствора серебра из тиомочевины и серной кислоты поз. Р-411 и десорбирующего раствора для снятия цинка (15% раствор H_2SO_4). Узел растворения хлорида натрия состоит из 2-х растворителей соли на основе пачуков перемешиваемых воздухом поз. Е-459/1,2 и буферной емкости раствора хлорида натрия поз. Е-460, выполненных из полипропилена.

Узел растворения кальцинированной соды состоит из реактора поз. Р-455 с подогревом острым паром и буферной емкости для хранения осветленного раствора поз. Е-457.

Узел приготовления десорбирующего раствора для серебра включает в себя реактор для растворения тиомочевины поз. Р-411, мерника серной 92% кислоты поз. Е-417. Тиомочевину загружают в реактор заполненный водой из мешков при включенной мешалке, затем в конце растворения в реактор медленно при перемешивании выпускают мерник концентрированной серной кислоты.

Узел приготовления десорбирующего раствора для снятия цинка включает в себя реактор со змеевиковым теплообменником и мешалкой поз. Р-415, емкость концентрированной серной кислоты поз. Е-413, в которую серная кислота принимается из поз. Е-402 и мерник серной кислоты поз. Е-417.

Приготовление раствора ведется следующим образом. В емкость поз. Е-413 принимается серная кислота, затем в реактор поз. Р-415 принимается вода или конденсат. Насосами поз. Н-414/1,2 заполняется концентрированной серной

кислотой мерник поз. Е-417. В реакторе поз. Р-415 включается мешалка и из напорного бака (мерника) поз. Е-417 выпускается тонкой струйкой концентрированная серная кислота. В это время на змеевиковый теплообменник реактора поз. Р-415 подается охлаждающая вода. После загрузки серной кислоты и установления температуры раствора на уровне 30–40°C раствор считается приготовленным.

В отделении № 4 находятся также буферные емкости для электролита после электролиза поз. Е-418/1,2 (лист 13), который служит десорбирующим раствором для снятия меди на узле регенерации сорбента в сорбционно-десорбционном каскаде.

Эти емкости заполняются также по требованию оператора цеха. Насос на действующем узле электролиза меди включается вручную при заполнении емкостей поз. Е-418/1,2, а выключаются по верхнему уровню (ВУ) в них.

5 МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС

Материальный баланс составлен на промышленную переработку чернового медного концентрата мощностью 6 т/час по исходному черновому концентрату и представлен в таблицах 14-54.

Таблица 14 - Декарбонизация чернового концентрата

Декарбонизация чернового концентрата									
		Сух черновой конц		Пульпа концентрата		Серная к-та		Пульпа вход	
		Поток №1		Поток №2		Поток №3		Поток №4	
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Cu	63,55	533,4	8,89	533,4	4,445			533,4	4,2981
Ag	107,87	0,9042	0,01507	0,9042	0,00753			0,9042	0,0073
Re	186,20	0,04434	0,00074	0,04434	0,00037			0,04434	0,0004
Zn	65,37	12,6	0,21	12,6	0,105			12,6	0,1015
Fe	55,85	415,8	6,93	415,8	3,465			415,8	3,3505
SiO ₂	60,08	3309,17	55,153	3309,166	27,5764			3309,17	26,665
CaO	56,08	252	4,2	252	2,1			252	2,031
Al ₂ O ₃	101,96	498	8,3	498	4,15			498	4,013
BaO	153,34	6	0,1	6	0,05			6	0,048
K ₂ O	94,20	114	1,9	114	0,95			114	0,919
MgO	40,30	36	0,6	36	0,3			36	0,290
Na ₂ O	61,98	138	2,3	138	1,15			138	1,112
S	32,06	402	6,7	402	3,35			402	3,239
Ni, Ti, Mn		50,904	0,8484	50,904	0,4242			50,904	0,410
Pb	207,19	30	0,5	30	0,25			30	0,242
CuSO ₄	159,61								
Fe ₂ (SO ₄) ₃	399,88								
Na ₂ SO ₄	142,04								
CO ₂	44,01	118,07	1,97	118,07	0,98			118,07	0,95
O ₂	32,00	83,11	1,39	83,11	0,69			83,11	0,67
H ₂ SO ₄	98,08					379,25	92,5	379,25	3,06
HNO ₃	63,01								
NaCl	58,44								
H ₂ O	18,02			6000	50	30,75	7,5	6030,75	48,60
ИТОГО:		6000	100	12000	100	410	100	12410	100
Сухого		6000		6000,00				6379,2505	
Объем, м ³ /ч		2,00		8		0,22		8,22	
Плотность, т/м ³		3,00		2		1,83		1,51	

Таблица 15 - Приготовление насыщенного раствора хлорида натрия

Приготовление насыщенного раствора хлорида натрия												
		Пульпа декарбониз		Отх газы		Степень	Хлорид натрия		Оборотный раствор		Насыщ р-р NaCl	
		Поток №5		Поток №6		извлечен	Поток №7		Поток №8		Поток №9	
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс		кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Cu	63,55	506,73	4,1232			0,05						
Ag	107,87	0,9042	0,0074									
Re	186,20	0,04434	0,0004									
Zn	65,37	12,6	0,1025									
Fe	55,85	315,91	2,5705			0,240						
SiO2	60,08	3309,17	26,926									
CaO	56,08	252	2,050									
Al2O3	101,96	498	4,052									
BaO	153,34	6	0,049									
K2O	94,20	114	0,928									
MgO	40,30	36	0,293									
Na2O	61,98	93,84	0,764			0,32						
S	32,06	402	3,271									
Ni,Ti,Mn		50,904	0,414									
Pb	207,19	30	0,244									
CuSO4	159,61	66,99	0,545									
Fe2(SO4)3	399,88	357,60	2,910									
Na2SO4	142,04	101,20	0,823									
CO2	44,01	0,00	0,000	118,07	98,27	1						
O2	32,00	33,47	0,272									
H2SO4	98,08	5,08	0,041									
HNO3	63,01											
NaCl	58,44						416	100			416	15,00
H2O	18,02	6097,40	49,613	2,08	1,73				2357,33	100	2357,33	85,00
ИТОГО:		12289,85	100	120,15	100		416	100	2357,3	100	2773,33	100
Сухого		6192,5					416		0		416,00	
Объем, м3/ч		7,93		62,68	4,1		0,20		2,14		2,34	
Плотность, т/м3		1,55					2,10		1,1		1,15	

Таблица 16 – Азотнокислосое выщелачивание

Азотнокислосое выщелачивание																				
		Пульпа +NOx		Нитрозилсерная к-та		Азотная к-та		Оборотный р-р		Насыщ р-р NaCl		Подсос воздуха		Пульпа вход		Пульпа выход		Отх газы в К1		Степень извл
		Поток №14		Поток №17		Поток №10		Поток №		Поток №9		Поток №11		Поток №12		Поток №13		Поток №14		
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	
Cu	63,55	506,73	3,8019											506,73	1,801	5,0673	0,020			0,99
Ag	107,87	0,9042	0,00678											0,9042	0,0032	0,00452	0,0000			0,995
Re	186,20	0,04434	0,00033											0,04434	0,0002	0,00022	8,8E-07			0,995
Zn	65,37	12,6	0,09454											12,6	0,0448	9,2862	0,0370			0,263
Fe	55,85	315,915	2,37025											315,9147	1,123	69,7827	0,278			0,779
SiO2	60,08	3309,17	24,828											3309,166	11,763	3309,17	13,185			
CaO	56,08	252	1,891											252	0,896	126	0,502			0,5
Al2O3	101,96	498	3,736											498	1,770	348,6	1,389			0,3
BaO	153,34	6	0,045											6	0,021	2,4	0,010			0,6
K2O	94,20	114	0,855											114	0,405	22,8	0,091			0,8
MgO	40,30	36	0,270											36	0,128	7,2	0,029			0,8
Na2O	61,98	93,84	0,704											93,84	0,334	18,768	0,075			0,8
S	32,06	402	3,016											402	1,429	57,1183	0,228			0,858
Ni,Ti,Mn		50,904	0,382											50,904	0,181	50,904	0,203			
Pb	207,19	30	0,225											30	0,107	15	0,060			0,5
PbSO4	303,25															21,95	0,087			
CaSO4	136,14															305,885	1,219			
MgSO4	120,37															86,009	0,343			
BaSO4	233,40															5,480	0,022			
Cu(NO3)2	187,56															39,65	0,158			
CuSO4	159,61	66,99	0,503											66,99	0,238	1293,26	5,153			
Fe(NO3)3	241,86													0,00	0,000	14,02	0,056			
Fe(NO3)2	179,86													0,00	0,000	0,00	0,000			
Fe2(SO4)3	399,88	357,60	2,683											357,60	1,271	666,05	2,654			
Fe(SO4)	151,91															426,34	1,699			
HReO4	251,21															0,06	0,000			
ZnSO4	161,43															8,18	0,033			
Na[AgCl2]	201,76															1,68	0,007			
Na2SO4	142,04	101,204	0,759						0,000					101,20	0,360	273,84	1,091			

K2SO4	174,27																168,71	0,672			
Al2(SO4)3	342,15																501,34	1,997			

Продолжение таблицы 16

NO	30,01																	712,527	15,489	
NO2	46,01																	1461,384	31,768	
CO2	44,01	0,00	0,000											0,00	0,000	0,00	0,000			
O2	32,00	33,47	0,251									365,129	23,314	33,47	0,119	8,29	0,033	365,13	7,94	
N2	28,01											1192,984	76,172					1192,98	25,934	
H2SO4	98,08	5,08	0,038	416,29	13,087			0	0,000					421,3757	1,498	13,73	0,055			
NOHSO4	127,08			982,71	30,894									982,7054	3,493	19,65	0,078			0,98
HNO3	63,01	923,89	6,932	1781,93	56,019	399	57							3104,828	11,036	46,83	0,187			
NaCl	58,44									416	15,000			416	1,479	415,03	1,654			
H2O	18,02	6211,99	46,607	0	0,000	301	43	8150	100,000	2357,3333	85,000	8,054	0,514	17020,33	60,500	16740,52	66,699	868,13	18,872	46,5
ИТОГО:		13328	100	3180,93	100	700	100	8150	100	2773,333	100	1566,2	100	28132,6	100	25099	100	4600,15	100	точка росы
Сухого		7116,34		3180,93				0		416				11112,28		8358,1				
Объем, м3/ч (нм3/ч)	9,32			1,87		0,57		7,76		2,41		1220		21,93		17,55		3532,40		
Плотность, т/м3	1,43			1,7		1,23		1,05		1,15				1,28		1,43				

Таблица 17 – Очистка отходящих газов

Очистка отходящих газов									
Колонна К1									
		Отх газы с выщелач		Пульпа декарбониз		Пульпа +NOx		Газ в Т1	
		Поток №14		Поток №5		Поток №15		Поток №16	
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Cu	63,55			506,73	4,12316	506,73	3,8019		
Ag	107,87			0,9042	0,00736	0,9042	0,00678		
Re	186,20			0,04434	0,00036	0,04434	0,00033		
Zn	65,37			12,6	0,10252	12,6	0,09454		
Fe	55,85			315,9147	2,57053	315,9147	2,37025		
SiO2	60,08			3309,166	26,926	3309,166	24,828		
CaO	56,08			252	2,050	252	1,891		
Al2O3	101,96			498	4,052	498	3,736		
BaO	153,34			6	0,049	6	0,045		
K2O	94,20			114	0,928	114	0,855		
MgO	40,30			36	0,293	36	0,270		
Na2O	61,98			93,84	0,764	93,84	0,704		
S	32,06			402	3,271	402	3,016		
Ni,Ti,Mn	58,71			50,904	0,414	50,904	0,382		
Pb	207,19			30	0,244	30	0,225		
Cu(NO3)2	187,56								
CuSO4	159,61			66,99	0,545	66,99	0,503		
Fe(NO3)3	241,86								
Fe2(SO4)3	399,88			357,60	2,910	357,60	2,683		
Na2SO4	142,04			101,20	0,823	101,20	0,759		
NO	30,01	712,53	15,49					934,93	26,25
NO2	46,01	1461,38	31,77					438,42	12,31
CO2	44,01			0,00	0,000	0,00	0,000		
O2	32,00	365,13	7,937	33,47	0,272	33,47	0,251	365,13	10,252
N2	28,01	1192,98	25,93					1192,98	33,50
H2SO4	98,08			5,08	0,041	5,08	0,038		
NOHSO4	127,08								
HNO3	63,01					923,89	6,932	10,2	0,286
NaCl	58,44								
H2O	18,02	868,13	18,87	6097,40	49,613	6211,99	46,607	620	17,41
ИТОГО:		4600,15	100	12289,8	100	13328,3	100	3561,658	100
Сухого				6192,45		7116,34			
Объем, м3/ч		2322,87		8,59		10,02		1685,93	
Плотность, т/м3				1,43		1,33			

Таблица 18 – Очистка отходящих газов

Очистка отходящих газов													
		Конденсатор Т1						Окислительная колонна К2 с охлаждением до Т=40					
		Газ вход		Конденсат из Т1		Газ в смеситель		Воздух на окисление		Смесь на входе		Окисленный газ в К3	
		Поток №16		Поток №17		Поток №18		Поток №19		Поток №20		Поток №21	
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
NO	30,01	934,93	26,25			860,500	30,86			860,50	19,30	13,08	0,29
NO2	46,01	438,42	12,31			350,732	12,58			350,73	7,87	1650,00	37,02
O2	32,00	365,13	10,25			290,35	10,41	389,07	23,31	679,42	15,24	227,58	5,11
N2	28,01	1192,98	33,50			1192,98	42,78	1271,21	76,17	2464,20	55,28	2464,20	55,28
H2SO4	98,08												
NOHSO4	127,08												
HNO3	63,01	10,2	0,29	284,60	36,812	2	0,07			2,00	0,04	2,00	0,04
H2O	18,02	620	17,41	488,53	63,188	91,96	3,30	8,58	0,51	100,54	2,26	100,54	2,26
ИТОГО:		3561,66	100	773,13	100	2788,53	100	1668,87	100	4457,39	100	4457,39	100
Сухого													
Объем, м3/ч		2895,46		0,77		2085,38	5,5	1300,00		3384,90		3068,59	7,2
Плотность, т/м3				1									

Таблица 19 – Очистка отходящих газов

Очистка отходящих газов																	
		Абсорбер КЗ с охлаждением								Санитарный скруббер							
		Газ вход		Серная к-та		Нитрозилсерная к-та		Газ выход		Р-р соды		Вода на подпитку		Отработанный р-р		Газ в атмосферу	
		Поток №21		Поток №22		Поток №23		Поток №24		Поток №25		Поток №26		Поток №27		Поток №28	
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
NO	30,01	13,08	0,29					1,607	0,06							0,482	0,02
NO2	46,01	1650,00	37,02					10,84	0,43							0,91	0,03
O2	32,00	227,58	5,11					57,098	2,25							54,473	2,05
N2	28,01	2464,20	55,28					2464,20	96,99							2464,20	92,92
CO2	44,01															6,27	0,24
H2SO4	98,08			1174,75	92,500	416,29	13,064										
NOHSO4	127,08					982,71	30,838										
HNO3	63,01	2,00	0,04			1781,93	55,919	2,00	0,079							0,00	0,000
Na2CO3	105,99									16,5	10,000			1,40	1,349		
NaNO3	84,99													24,22	23,346		
H2O	18,02	100,54	2,26	95,25	7,500	5,72	0,180	5,00	0,197	148,5	90,000	50	100,000	78,12	75,305	125,67	4,739
ИТОГО:		4457,4	100	1270	100	3186,66	100	2540,737	100	165	100	50	100	103,74	100	2652	100
Сухого				1174,75						16,5							
Объем, м3/ч		3068,59	0,6	0,70		1,87		1248,65		0,15		0,05		0,09		1401,12	
Плотность, т/м3				1,83		1,7				1,10		1		1,2			7,2

Таблица 20 – Охлаждение пульпы сжатым воздухом. Приготовление известнякового молока

		Охлаждение пульпы сжатым воздухом								Приготовление известнякового молока							
		Пульпа с выщелачив		Сквозное извлечен	Сжатый воздух		Пульпа охлажденная		Воздух в атмосферу		Известняк		Оборот р-р		Известняковое молоко		
		Поток №13			Поток №29		Поток №30		Поток №31		Поток №32		Поток №		Поток №33		
Состав	М	кг/ч	% масс		кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс		кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Cu	63,55	5,0673	0,020	0,0095			5,0673	0,020									
Ag	107,87	0,00452	1,8E-05	0,005			0,00452	1,825E-05									
Re	186,20	0,00022	8,8E-07	0,005			0,00022	8,948E-07									
Zn	65,37	9,2862	0,037	0,737			9,2862	0,0374807									
Fe	55,85	69,7827	0,278	0,168			69,7827	0,282									
Тверд др.		4377,28	17,440				4377,28	17,667			1907,45	55,8				1907,447	15
CaCO3	100,09										1271,63	37,20				1271,63	10,00
Cu	63,55	528,333	2,105	0,9905			528,333	2,132									
Ag	107,87	0,900	0,004	0,995			0,900	0,004									
Re	186,20	0,044	0,000	0,995			0,044	0,000									
Zn	65,37	3,314	0,013	0,263			3,314	0,013									
Fe	55,85	346,017	1,379	0,832			346,017	1,397									
Соли др.		2937,85	11,705				2937,85	11,858					93,92	1,00			
O2	32,00		0,000		496,58	23,31	0	0,000	496,58	20,25							
N2	28,01		0,000		1633,42	76,69	0	0,000	1633,42	66,60							
H2SO4	98,08	13,73	0,055				13,73	0,055									
NOHSO4	127,08	19,65	0,078				19,65	0,079									
HNO3	63,01	46,83	0,187				46,83	0,189									
H2O	18,02	16740,52	66,699				16417,82	66,265	322,70	13,16	239,29	7,00	9297,95	99,00	9537,24	75,00	
ИТОГО:		25099	100		2130	100	24776	100	2452,7	100	3418,4	100	9391,9	100	12716,3	100	
Сухого																	
Объем, м3/ч		19,74			1653,7		19,42		2055,0	19,5	1,3		9,4		10,8		
Плотность, т/м3		1,27					1,28				2,6		1		1,18		

Таблица 21 – Осаждение Fe-Ca кека

		Пульпа охлажд		Известняковое молоко		Пульпа вход		Пульпа выход		Отх. Газы		Сквозное извлечен
		Поток №30		Поток №33		Поток №34		Поток №35		Поток №36		
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	
Cu	63,55	5,0673	0,020			5,0673	0,0136	5,0673	0,013747			0,0095
Ag	107,87	0,00452	0,0000			0,004521	1,2E-05	0,004521	1,23E-05			0,0050
Re	186,20	0,00022	8,9E-07			0,000222	6E-07	0,0002217	6,01E-07			0,0050
Zn	65,37	9,2862	0,0375			9,2862	0,02493	9,2862	0,025192			0,7370
Fe	55,85	69,7827	0,282			69,78271	0,18732	69,782707	0,189312			0,9316
Тверд. др		4385,57	17,701	1907,447	15	6293,018	16,8927	6293,02	17,07			
CaCO3*	100,09			1271,63	10,00	1271,631	3,41351	423,88	1,15			
CaSO4	136,14					0	0	1091,87	2,96			
Fe(OH)2	89,86							249,68	0,68			
Fe(OH)3	106,87					0	0	358,03	0,97			
Cu(NO3)2	187,56	39,65	0,160			39,65	0,11	39,65	0,11			
CuSO4	159,61	1293,26	5,220			1293,26	3,47	1293,26	3,51			
Fe(NO3)3	241,86	14,02	0,057			14,02	0,04	1,40	0,00			0,9
Fe(NO3)2	179,86	0,00	0,000			0,00	0,00	0,00	0,00			
Fe2(SO4)3	399,88	666,05	2,688			666,05	1,79	6,66	0,02			0,99
Fe(SO4)	151,91	426,34	1,721	0,00	0	426,34	1,14	4,26	0,01			0,99
HReO4	251,21	0,0595	0,000			0,0595	0,00	0,0595	0,00			
ZnSO4	161,43	8,18	0,033			8,18	0,02	8,18	0,02			
Na[AgCl2]	201,76	1,68	0,007			1,68	0,00	1,68	0,00			
Na2SO4	142,04	273,84	1,105			273,84	0,74	273,84	0,74			
K2SO4	174,27	168,71	0,681			168,71	0,45	168,71	0,46			
Al2(SO4)3	342,15	501,34	2,023			501,34	1,35	501,34	1,36			
Ca(NO3)2	164,09					0,00	0,00	73,82	0,20			
NO	30,01									2,32	0,59	
NO2	46,01									3,56	0,91	
CO2	44,01									372,76	95,18	
O2	32,00											
H2SO4	98,08	13,73	0,055			13,73	0,04	0,00	0,00			
NOHSO4	127,08	19,65	0,079			19,65	0,05	0,00	0,00			
HNO3	63,01	46,83	0,189			46,83	0,13	0,00	0,00			
NaCl	58,44	415,03	1,675			415,03	1,11	415,03	1,13			
H2O	18,02	16417,82	66,265	9297,95	75,00	25715,77	69,03	25572,79	69,38	13	3,32	
ИТОГО:		24775,9	100	12716,3	100	37253	100	36861,31	100	391,64	100	
Сухоого		8358,10				11537,18		11288,52				
Объем, м3/ч (нм3/ч)		19,9		10,76		30,2		29,8		193,19		
Плотность, т/м3		1,25		1,18		1,23		1,24				

Таблица 22 – Фильтрация пульпы Fe-Са кека

		Пульпа в фильтр		Вода	Воздух	Промытый Fe-Са кек		Фильтрат на сорб Re	
		Поток №35		№37	№38	Поток №39		Поток №40	
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	кг/ч	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Cu	63,55	5,0673	0,013747			5,0673	0,0387472		
Ag	107,87	0,004521	1,23E-05			0,00452	3,457E-05		
Re	186,20	0,000222	6,01E-07			0,00022	1,695E-06		
Zn	65,37	9,2862	0,025192			9,2862	0,071007		
Fe	55,85	69,78	0,19			69,78	0,53		
Тверд. др		6293,02	17,07			6293,02	48,12		
CaCO3*	100,09	423,88	1,15			423,88	3,24		
CaSO4	136,14	1091,87	2,96			1091,87	8,35		
Fe(OH)2	89,86	249,68	0,68			249,68	1,91		
Fe(OH)3	106,87	358,03	0,97			358,03	2,74		
Cu(NO3)2	187,56	39,65	0,11					39,65	0,12
CuSO4	159,61	1293,26	3,51					1293,26	3,96
Fe(NO3)3	241,86	1,40	0,00					1,40	0,00
Fe(NO3)2	179,86	0,00	0,00						
Fe2(SO4)3	399,88	6,66	0,02					6,66	0,02
Fe(SO4)	151,91	4,26	0,01					4,26	0,01
HReO4	251,21	0,0595	0,00					0,0595	0,00
ZnSO4	161,43	8,18	0,02					8,18	0,03
Na[AgCl2]	201,76	1,68	0,00					1,68	0,01
Na2SO4	142,04	273,84	0,74					273,84	0,84
K2SO4	174,27	168,71	0,46					168,71	0,52
Al2(SO4)3	342,15	501,34	1,36					501,34	1,53
Ca(NO3)2	164,09	73,82	0,20					73,82	0,23
NO	30,01								
NO2	46,01								
CO2	44,01								
O2	32,00								
H2SO4	98,08								
NOHSO4	127,08								
HNO3	63,01								
NaCl	58,44	415,03	1,13					415,03	1,27
H2O	18,02	25572,79	69,38	8892,95	100	4577,25	35	29888,49	91,47
ИТОГО:		36861,3	100	8892,95	100	13078	100	32676,4	100,00
Сухого		11288,52				8500,61		2787,91	
Объем, м3/ч (нм3/ч)		29,76		8,89		7,4		29,18	
Плотность, т/м3		1,24		1		1,76		1,12	

Таблица 23 – Сорбция рения

Сорбция рения															
		Фильтрат на сорб Re		Маточ р-р с десорбц		Промыв р-р с десорбц		Сумм р-р на сорбцию		Оборотный сорбент		Бросовый р-р на Ag		Насыщенный сорбент	
		Поток №40		Поток №59		Поток №46+52+62+69		Поток №41		Поток №42		Поток №43		Поток №44	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55	528,333	0,9905	0,0036		0,069		528,4049	0,9906			528,405	0,9906		
Ag	107,87	0,900	0,9950					0,8997	0,9950			0,900	0,9950		
Re	186,20	0,04412	0,9950	0,00005				0,04417	0,9961	0,000		0,00013	0,0030	0,04404	0,9931
Zn	65,37	3,314	0,2630					3,3138	0,2630			3,3138	0,2630		
Fe	55,85	158,922	0,0684					158,9220	0,3822			158,922	0,3822		
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Cu(NO3)2	187,56	39,65	0,12					39,65	0,12			39,65	0,12		
CuSO4	159,61	1293,26	3,96	0,01	0,03	0,17	0,22	1293,44	3,95			1293,27	3,94	0,17	1,14
Fe(NO3)3	241,86	1,40	0,00					1,40	0,00			1,40	0,00		
Fe(NO3)2	179,86	0,00	0,00					0,00	0,00			0,00	0,00		
Fe2(SO4)3	399,88	6,66	0,02					6,66	0,02			6,66	0,02		
Fe(SO4)	151,91	4,26	0,01					4,26	0,01			4,26	0,01		
HReO4	251,21	0,0595	0,00	0,00	0,00			0,0596	0,00			0,00018	0,00		
ReO4-	250,20													0,0592	0,39
ZnSO4	161,43	8,18	0,03					8,18	0,02			8,18	0,02		
Na[AgCl2]	201,76	1,68	0,01					1,68	0,01			1,68	0,01		
Na2SO4	142,04	273,84	0,84					273,84	0,84			273,84	0,84		
K2SO4	174,27	168,71	0,52					168,71	0,51			168,71	0,51		
Al2(SO4)3	342,15	501,34	1,53					501,34	1,53			501,34	1,53		
Ca(NO3)2	164,09	73,82	0,23					73,82	0,23			73,82	0,23		
NaCl	58,44	415,03	1,27					415,03	1,27			415,03	1,27		
H2SO4	98,08		0,00					0,00	0,00			0,00	0,00		
NH3	17,03					0,07	0,0833	0,07	0,00			0,07	0,00		
(NH4)2SO4	132,14			0,05	0,18	0,00	0	0,05	0,00			0,05	0,00		
ОН-	17,01									0,0050	0,033			0,0010	0,01
Сорбент										14,283	94,267			14,283	93,98
H2O	18,02	29888,49	91,47	30,29	99,79	78,06	99,6967	29996,84	91,50	0,86	5,7	29997,03	91,50	0,681	4,48
ИТОГО:		32676,4	100	30,36	100	78,30	100	32785,0	100,00	15,15	100	32785,0	100	15,20	100
Сухого		2787,91		0,06		0,24		2788,21		14,29		2787,97		14,52	
Объем, м3/ч (нм3/ч)		29,18		0,03		0,07		29,28		0,0124		29,28		0,0125	
Плотность, т/м3		1,12		1,02		1,05		1,12		1,22		1,12		1,22	

Таблица 24 – Десорбция сорбента, насыщенного рением. Промывка насыщенного сорбента. Десорбция рения, регенерация сорбента

		Промывка насыщенного сорбента								Десорбция рения, регенерация сорбента					
		Насыщенный сорбент		Вода на промывку		Пр р-р на сорб Re		Промытый сорбент		Аммиачный р-р		Сорбент регенерир		Элюат Re	
		Поток №44		Поток №45		Поток №46		Поток №47		Поток №48		Поток №49		Поток №50	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55														
Ag	107,87														
Re	186,20	0,04404	0,9931											0,04404	0,9931
Zn	65,37														
Fe	55,85														
Состав	М	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс
Др соли		69,64	1,14			69,64	0,35								
H2SO4	98,08														
NH3	17,03									1020,03	7	24,30	0,40	994,11	6,81
O2	32,00														
N2	28,01														
(NH4)2SO4	132,14														
HReO4	251,21														
NH4ReO4	268,24													25,5017	0,17
ReO4-	250,20	23,7868	0,39					23,7868	0,39						
ОН-	17,01	0,39	0,01					0,39	0,01			2,01	0,03		
Сорбент		5741,67	93,98					5741,67	93,90			5741,67	94,27		
H2O	18,02	273,69	4,48	20030,13	100,00	19955,31	99,65	348,52	5,70	13551,89	93	322,88	5,30	13575,82	93,01
ИТОГО:		6109,19	100	20030,1	100	20025,0	100	6114,37	100	14571,92	100	6090,86	100	14595,4	100
Сухого		5835,50						5765,85		1020,03		5767,99		1019,61	
Объем, м3/ч		5,0075		20,03		19,63		4,70		15,02		4,69		13,64	
Плотность, т/м3		1,22		1		1,02		1,3		0,97		1,3		1,07	

Таблица 25 – Промывка регенерированного сорбента

		Промывка регенерированного сорбента					
		Вода на промывку		Оборотный сорбент		Пр р-р на сорб Re	
		Поток №51		Поток №42		Поток №52	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55						
Ag	107,87						
Re	186,20						
Zn	65,37						
Fe	55,85						
Состав	М	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс
Др соли							
H2SO4	98,08						
NH3	17,03					24,30	0,24
O2	32,00						
N2	28,01						
(NH4)2SO4	132,14						
HReO4	251,21						
NH4ReO4	268,24						
ReO4-	250,20						
ОН-	17,01			2,01	0,03		
Сорбент				5741,67	94,27		
H2O	18,02	10015,07	100,00	347,18	5,70	9990,76	99,76
ИТОГО:		10015	100	6090,86	100	10015,1	100
Сухого		0,00		5743,68		24,30	
Объем, м3/ч		10,02		4,87		10,02	
Плотность, т/м3		1		1,25		1	

Таблица 26 – Отгонка паров аммиака и воды из элюата рения. Подкисление элюата рения

		Отгонка паров аммиака и воды из элюата рения						Подкисление элюата рения					
		Элюат Re		ПГС на улавливание		Элюат на подкисл		Маточник с кристаллиз		Серная кислота		Р-р на сорбцию	
		Поток №50		Поток №53		Поток №54		Поток №55		Поток №56		Поток №57	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55												
Ag	107,87												
Re	186,20	0,04404	0,9931			0,04404	0,9931	0,0083	0,1875			0,05235	1,1807
Zn	65,37												
Fe	55,85												
Состав	М	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс
H2SO4	98,08									27,75	92,50	0,25	0,00
NH3	17,03	994,11	6,81	986,51	39,78	7,60	0,06	0,02	0,03			0,00	0,00
O2	32,00												
N2	28,01												
(NH4)2SO4	132,14											37,05	0,30
HReO4	251,21											28,39	0,23
NH4ReO4	268,24	25,50	0,17			25,50	0,21	4,82	5,86				
ReO4-	250,20												
(SO4)2-	96,06												
ОН-	17,01												
Сорбент													
H2O	18,02	13575,82	93,01	1493,34	60,22	12082,48	99,73	77,33	94,11	2,25	7,50	12162,06	99,46
ИТОГО:		14595,4	100	2479,9	100	12115,6	100	82,17	100	30,00	100	12227,7	100
Сухого		1019,61		986,51		33,10				27,75		65,69	
Объем, м3/ч (нм3/ч)		14,17				12,00				0,02		11,99	
Плотность, т/м3		1,03				1,01				1,83		1,02	

Таблица 27 – Концентрирование рения

Концентрирование рения									
		Р-р на сорбцию		Оборотный сорбент		Маточн р-р на сорб Re		Насыщенный сорбент	
		Поток №57		Поток №58		Поток №59		Поток №60	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55								
Ag	107,87								
Re	186,20	0,05235	1,1807			0,00005	0,0012	0,05230	1,1795
Zn	65,37								
Fe	55,85								
Состав	М	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс
H2SO4	98,08	0,25	0,00			5,79	0,05	0,00	0,00
NH3	17,03	0,00	0,00						
O2	32,00								
N2	28,01								
(NH4)2SO4	132,14	37,05	0,30			36,69	0,30	0,36	0,07
HReO4	251,21	28,39	0,23			0,03	0,00		
NH4ReO4	268,24								0,00
ReO4-	250,20							28,25	5,81
(SO4)2-	96,06			5,42	1,18			0,0000	0,00
ОН-	17,01								
Сорбент				430,00	93,19			430,00	88,49
H2O	18,02	12162,06	99,46	26,00	5,63	12160,72	99,65	27,34	5,63
ИТОГО:		12227,7	100	461,42	100	12203,22	100	485,95	100
Сухого		65,69		435,42		42,50		458,61	
Объем, м3/ч (нм3/ч)		11,99		0,34		6,67		0,36	
Плотность, т/м3		1,02		1,355		1,83		1,355	

Таблица 28 – Десорбция сорбента с концентрации рения. Промывка насыщенного сорбента. Десорбция рения, регенерация сорбента

		Промывка насыщенного сорбента								Десорбция рения, регенерация сорбента					
		Насыщенный сорбент		Вода на промывку		Пр р-р на сорб Re		Промытый сорбент		Аммиачный р-р		Сорбент регенерир		Элюат Re 2	
		Поток №60		Поток №61		Поток №62		Поток №63		Поток №64		Поток №65		Поток №66	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55														
Ag	107,87														
Re	186,20	0,05230	0,0000											0,05230	1,1795
Zn	65,37														
Fe	55,85														
Состав	М	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс
H2SO4	98,08														
NH3	17,03									73,05	7	1,83	0,40	69,30	6,47
O2	32,00														
N2	28,01														
(NH4)2SO4	132,14	0,36	0,07			0,36	0,05								
HReO4	251,21														
NH4ReO4	268,24													30,29	2,83
ReO4-	250,20	28,25	5,81					28,25	5,82						
(SO4)2-	96,06	0,00	0,00												
ОН-	17,01							0,00	0,00			1,92	0,42		
Сорбент		430,00	88,49					430,00	88,55			430,00	93,88		
H2O	18,02	27,34	5,63	717,27	100,00	717,27	99,95	27,34	5,63	970,57	93	24,28	5,30	971,60	90,70
ИТОГО:		485,95	100	717,27	100	717,63	100	485,59	100	1043,62	100	458,03	100	1071,2	100
Сухого		458,61						458,25		73,05		433,75		99,59	
Объем, м3/опер		0,3586		0,72		0,70		0,36		1,08		0,34		1,00	
Плотность, т/м3		1,355		1		1,02		1,355		0,97		1,355		1,07	

Таблица 28 – Промывка регенерированного сорбента

Промывка регенерированного сорбента							
		Вода на промывку		Промытый сорбент		Пр р-р на сорб Re	
		Поток №67		Поток №68		Поток №69	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55						
Ag	107,87						
Re	186,20						
Zn	65,37						
Fe	55,85						
Состав	М	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс
H2SO4	98,08						
NH3	17,03					1,83	0,25
O2	32,00						
N2	28,01						
(NH4)2SO4	132,14						
HReO4	251,21						
NH4ReO4	268,24						
ReO4-	250,20						
(SO4)2-	96,06						
ОН-	17,01			1,92	0,42		
Сорбент				430,00	93,88		
H2O	18,02	717,27	100,00	26,11	5,70	715,44	99,75
ИТОГО:		717,27	100	458,03	100	717,3	100
Сухого		0,00		431,92		1,83	
Объем, м3/опер		0,72		0,34		0,72	
Плотность, т/м3		1		1,355		1	

Таблица 29 – Конверсия сорбента в SO₄⁻ форму. Промывка сорбента после конверсии

		Конверсия сорбента в SO ₄ - форму								Промывка сорбента после конверсии					
		Промытый сорбент		Р-р серной к-ты		Р-р на распульп кека		Сорбент в SO ₄ форме		Вода на промывку		Р-р на распульп кека		Оборотный сорбент	
		Поток №68		Поток №70		Поток №71		Поток №72		Поток №73		Поток №74		Поток №58	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55														
Ag	107,87														
Re	186,20														
Zn	65,37														
Fe	55,85														
Состав	М	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс
H ₂ SO ₄	98,08			131,91	15	122,56	14,00	3,82	0,83			3,82	0,52		
NH ₃	17,03														
O ₂	32,00														
N ₂	28,01														
(NH ₄) ₂ SO ₄	132,14														
HReO ₄	251,21														
NH ₄ ReO ₄	268,24														
ReO ₄ -	250,20														
(SO ₄) ₂ -	96,06							5,42	1,17					5,42	1,18
ОН-	17,01	1,92	0,42												
Сорбент		430,00	93,88					430,00	93,13					430,00	93,19
H ₂ O	18,02	26,11	5,70	747,50	85,00	753,14	86,00	22,50	4,87	732,84	100,00	729,35	99,48	26,00	5,63
ИТОГО:		458,03	100	879,41	100	875,70	100	461,74	100	732,84	100	733,16	100	461,42	100
Сухого		431,92						439,24						435,42	
Объем, м ³ /ч (нм ³ /ч)		0,3664		0,73		0,86		0,37		0,73		0,72		0,37	
Плотность, т/м ³		1,25		1,2		1,02		1,25		1		1,02		1,25	

Таблица 30 – Упаривание 1 рениевого раствора

Упаривание 1 рениевого раствора							
		Элюат Re 2+маточн		ПГС на улавливание		Упаренный р-р	
		Поток №66+84		Поток №75		Поток №76	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55						
Ag	107,87						
Re	186,20	0,05573	1,1795			0,05574	1,2570
Zn	65,37						
Fe	55,85						
Состав	М	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс
H2SO4	98,08						
NH3	17,03	69,30	6,27097	69,28	7,12	0,0247	0,02
O2	32,00						
N2	28,01						
(NH4)2SO4	132,14						
HReO4	251,21						
NH4ReO4	268,24	32,28	2,92056			32,28	24,40
ReO4-	250,20						
(SO4)2-	96,06						
ОН-	17,01						
Сорбент							
H2O	18,02	1003,56	90,8085	903,60	92,88	99,97	75,58
ИТОГО:		1105,14	100	972,88	100	132,3	100
Сухого		101,58		69,28		32,30	
Объем, м3/ч (нм3/ч)		1,05		0,75		0,12	
Плотность, т/м3		1,05		1,3		1,12	

Таблица 31 – Кристаллизация чернового перрената. Фильтрация. Растворение чернового перрената

		Кристаллизация чернового перрената. Фильтрация						Растворение чернового перрената			
		Упаренный р-р		Маточник на подкис		Кристаллы из фильт		Вода обессол		Р-р на упаривание	
		Поток №76		Поток №77		Поток №78		Поток №79		Поток №80	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55										
Ag	107,87										
Re	186,20	0,0557	1,2570	0,0083	0,1875	0,0474	1,0695			0,0474	1,0695
Zn	65,37										
Fe	55,85										
Состав	М	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс
NH3	17,03	0,02	0,02	0,02	0,03						
(NH4)2SO4	132,14										
HReO4	251,21										
NH4ReO4	268,24	32,28	24,40	4,82	5,86	1,41	2,81			27,46	18,00
NH4ReO4 кр	268,24					26,05	52,00				
ReO4-	250,20										
H2O	18,02	99,97	75,58	77,33	94,11	22,64	45,19	80,00	100,00	125,11	82,00
ИТОГО:		132,3	100	82,17	100	50,10	100	80,00	100	152,57	100
Сухого		32,30									
Объем, м3/ч (нм3/ч)		0,11		0,08		0,04		0,08		0,15	
Плотность, т/м3		1,2		1,06		1,2		1		1,02	

Таблица 32 – Упаривание 2 рениевого раствора. Кристаллизация товарного перрената

		Упаривание 2 рениевого раствора				Кристаллизация товарного перрената					
		ПГС на улавливание		Упаренный р-р		Осадок с фильтра		Маточник на упарив 1		Кристаллы из фильт	
		Поток №81		Поток №82		Поток №83		Поток №84		Поток №85	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55										
Ag	107,87										
Re	186,20			0,0474	1,0695			0,0034	0,0775	0,04399	0,9920
Zn	65,37										
Fe	55,85										
Состав	М	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс
NH3	17,03										
(NH4)2SO4	132,14										
HReO4	251,21										
NH4ReO4	268,24			27,46	24,40	0,00		1,99	5,86	1,3072	2,81
NH4ReO4 кр	268,24									24,1657	52,00
ReO4-	250,20										
H2O	18,02	40,02	100,00	85,09	75,60	0,00		31,97	94,14	21,00	45,19
ИТОГО:		40,02	100	112,6	100	0,0	0	33,96	100	46,47	100
Сухого		0,00		27,46		0,00					
Объем, м3/ч (нм3/ч)		49,76		0,10		0,00		0,03		0,04	
Плотность, т/м3				1,12		1,12		1,06		1,2	

Таблица 33 – Сорбция серебра

		Сорбция серебра							
		Брос р-р с сорб Re		Оборотный сорбент		Бросовый р-р на Cu		Насыщенный сорбент	
		Поток №40		Поток №86		Поток №87		Поток №88	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55	528,405	0,991			528,2108	0,9903	0,125	0,0002
Ag	107,87	0,900	0,9950			0,005	0,0060	0,894	0,9890
Re	186,20	0,000	0,003	0,000		0,00013	0,0030		
Zn	65,37	3,314	0,263			3,309	0,2626	0,005	0,0004
Fe	55,85	158,922	0,382			158,922	0,3822	0,068	0,0002
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Cu(NO3)2	187,56	39,651	0,12			39,64	0,12	0,01	0,013069
CuSO4	159,61	1293,271	3,94			1292,96	3,94	0,31	0,440329
Fe(NO3)3	241,86	1,402	0,00			1,40	0,00	0,00	0,007037
Fe(NO3)2	179,86	0,000	0,00			0,00	0,00	0,00	0
Fe2(SO4)3	399,88	6,661	0,02			6,55	0,02	0,11	0,163867
Fe(SO4)	151,91	4,263	0,01			4,16	0,01	0,10	0,142755
HReO4	251,21	0,000	0,00			0,00	0,00	0,00	0
ZnSO4	161,43	8,183	0,02			8,17	0,02	0,01	0,016085
Na[AgCl2]	201,76	1,683	0,01			0,01	0,00	0,00	0
Na2SO4	142,04	273,844	0,84			273,78	0,84	0,07	0,093495
K2SO4	174,27	168,710	0,51			168,67	0,51	0,04	0,057303
Al2(SO4)3	342,15	501,337	1,53			501,22	1,53	0,12	0,170904
Ca(NO3)2	164,09	73,824	0,23			73,80	0,23	0,02	0,031165
NaCl	58,44	415,025	1,27			415,41	1,27	0,10	0,14175
H2SO4	98,08								
HNO3	63,01								
HCl	36,46					0,30	0,00	0,00	0
Ag+	107,87							0,89	1,28
Cu2+	63,55								
H+	1,01	0,000		0,0165	0,025			0,0081	0,011645
Сорбент		0,000		62,0797	94,275			62,080	89,18
H2O	18,02	29997,03	91,50	3,7534	5,7	29995,04	91,50	5,74	8,243609
ИТОГО:		32784,9	100	65,85	100	32781,1	100	69,61	100
Сухого		2787,85		62,10		2786,08		63,87	
Объем, м3/ч (нм3/ч)		29,28		0,0588		29,27		0,0622	
Плотность, т/м3		1,12		1,12		1,12		1,12	

Таблица 34 – Сорбция меди

Сорбция меди											
		Брос р-р с сорб Ag		Пр р-р с десорб Ag		Оборотный сорбент		Бросовый р-р на Zn		Насыщенный сорбент	
		Поток №87		Поток №101		Поток №102		Поток №103		Поток №104	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55	528,2108	0,9903	0,1251	0,0002			0,7327	0,0014	527,603	0,9891
Ag	107,87	0,005	0,0060					0,005	0,0060		
Re	186,20	0,000	0,0030					0,00013	0,0030		
Zn	65,37	3,309	0,2626	0,0045	0,0004			2,749	0,2182	0,560	0,0445
Fe	55,85	158,922	0,3822	0,0684	0,0002			158,922	0,3822	0,128	0,0003
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Cu(NO3)2	187,56	39,642	0,12					0,05	0,00	0,01	6,82E-05
CuSO4	159,61	1292,965	3,94	0,31	0,25			1,80	0,01	0,14	0,000682
Fe(NO3)3	241,86	1,397	0,00					0,84	0,00	0,55	0,003
Fe(NO3)2	179,86	0,000	0,00					0,00	0,00	0,00	0,000
Fe2(SO4)3	399,88	6,546	0,02	0,10	0,08			6,37	0,02	0,28	0,001
Fe(SO4)	151,91	4,164	0,01	0,13	0,10			4,16	0,01	0,14	0,001
HReO4	251,21	0,000	0,00					0,00	0,00	0,00	0,000
ZnSO4	161,43	8,172	0,02					6,79	0,02	1,38	0,007
Na[AgCl2]	201,76	0,010	0,00					0,01	0,00	0,00	0,000
Na2SO4	142,04	273,779	0,84	0,07	0,06			261,67	0,81	12,18	0,060
K2SO4	174,27	168,670	0,51	0,15	0,12			161,20	0,50	7,61	0,037
Al2(SO4)3	342,15	501,218	1,53					478,80	1,49	22,42	0,110
Ca(NO3)2	164,09	73,802	0,23					71,17	0,22	2,63	0,013
NaCl	58,44	415,411	1,27	0,13	0,10			396,45	1,23	19,10	0,094
H2SO4	98,08							756,99	2,36	36,53	0,179996
HNO3	63,01							25,35	0,08	1,25	0,006136
HCl	36,46	0,302	0,00					0,30	0,00		
Ag+	107,87										
Cu2+	63,55									527,543	2,60
H+	1,01					27,90	0,143		0,00	11,1671	0,055024
Сорбент						18372,5	94,157		0,00	18372,45	90,53
H2O	18,02	29995,044	91,50	124,30	99,29	1 112,22	5,7	29952,06	93,24	1279,51	6,30
ИТОГО:		32781,1	100	125,19	100	19512,6	100	32124,0	100	20294,9	100
Сухого		2786,08				18400,36		2171,95		19015,37	
Объем, м3/ч (нм3/ч)		29,27				17,74		28,68		18,12	
Плотность, т/м3		1,12				1,1		1,12		1,12	

Таблица 35 – Десорбция насыщенного серебром сорбента

		Промывка насыщенного сорбента								Десорбция серебра, регенерация сорбента					
		Насыщенный сорбент		Вода на промывку		Пр р-р на сорбцию Cu		Промытый сорбент		Тиомочевина серноокис		Сорбент регенерир		Элюат Ag	
		Поток №88		Поток №89		Поток №90		Поток №91		Поток №92		Поток №93		Поток №94	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55														
Ag	107,87	0,894	0,9890					0,8943	0,9890					0,8943	0,9890
Re	186,20														
Zn	65,37														
Fe	55,85														
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Др соли		0,89	1,28			0,89	0,71046			0,34	0,13	0,00	0,01	0,33	0,13
H2SO4	98,08									11,87	4,55	0,17	0,26	11,70	4,43
CS(NH2)2	76,12									16,60	6,36	0,24	0,36	15,73	5,96
CSAgN2H3	182,98													1,5170	0,57
Ag+	107,87	0,89	1,28					0,89	1,30						
H+	1,01	0,01	0,01					0,01	0,01			0,02	0,03		
Сорбент		62,08	89,18					62,08	90,34			62,08	94,28		
H2O	18,02	5,74	8,24	124,30	100,00	124,30	99,29	5,74	8,35	232,23	88,96	3,34	5,07	234,63	88,91
ИТОГО:		69,61	100	124,30	100	125,19	100	68,72	100	261,04	100	65,85	100	263,9	100
Сухого		63,87						62,98		28,81		62,51		29,28	
Объем, м3/ч (нм3/ч)		0,0622		0,12		0,12		0,05		0,25		0,06		0,25	
Плотность, т/м3		1,12		1		1,02		1,29		1,05		1,12		1,07	

Таблица 36 – Промывка регенерированного сорбента

Промывка регенерированного сорбента							
		Вода на промывку		Оборотный сорбент		Оборотн р-р	
		Поток №95		Поток №86		Поток №96	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55						
Ag	107,87			0,8943	0,9890		
Re	186,20						
Zn	65,37						
Fe	55,85						
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Др соли						0,00	0,00
H2SO4	98,08					0,17	0,14
CS(NH2)2	76,12					0,24	0,19
CSAgN2H3	182,98						
Ag+	107,87						
H+	1,01			0,02	0,03		
Сорбент				62,08	94,28		
H2O	18,02	124,30	100,00	3,75	5,70	123,89	99,67
ИТОГО:		124,30	100	65,85	100	124,3	100
Сушого		0,00		62,10		0,41	
Объем, м3/ч (нм3/ч)		0,12		0,06		0,12	

Таблица 37 – Состав десорбата серебра на электролиз

		На электролиз Ag	
		Поток №94	
Состав	М	кг/ч	% масс
Ag	107,87	0,8943	
Др соли		0,34	0,09
H ₂ SO ₄	98,08	11,87	3,06
CS(NH ₂) ₂	76,12	15,97	4,11
CSAgN ₂ H ₃	182,98	1,52	0,39
H ₂ O	18,02	358,52	92,35
ИТОГО:		388,21	100,00
Объем, м ³ /ч		0,38	
Плотность, т/м ³		1,03	

Таблица 38 – Состав раствора на десорбцию меди и товарного десорбата меди

		С электролиза Cu		На электролиз Cu	
		Поток №108		Поток №110	
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Cu	63,55	1477,15		2004,693	
H ₂ SO ₄	98,08	7520,54	15,00	6539,49	12,87
CuSO ₄	159,61	3710,13	7,40	4952,85	9,75
H ₂ O	18,02	38906,28	77,60	39322,70	77,38
ИТОГО:		50137,0	100,00	50815,1	100,00
Объем, м ³ /ч		42,2206		41,98	
Плотность, т/м ³		1,19		1,21	

Таблица 39 – Десорбция насыщенного медью сорбента. Промывка насыщенного сорбента. Десорбция меди, регенерация сорбента

		Промывка насыщенного сорбента								Десорбция меди, регенерация сорбента					
		Насыщенный сорбент		Вода на промывку		Пр р-р на распулып кека		Промытый сорбент		Оборот медный элек-лит		Сорбент регенерир		Элюат Cu+электролит	
		Поток №104		Поток №105		Поток №106		Поток №107		Поток №108		Поток №109		Поток №110	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55	527,603	0,9891			0,0598	0,0001	527,5434	0,9890	1477,149	2,7693	32,768	0,0614	1971,924	3,6969
Ag	107,87														
Re	186,20														
Zn	65,37														
Fe	55,85														
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Др соли		66,28	0,33			66,28	0,12169								
H2SO4	98,08	36,53	0,18			36,53	0,07			7520,54	15,00	166,83	0,86	6539,49	12,87
HNO3	63,01	1,25	0,01			1,25	0,00229								
Cu(NO3)2	187,56	0,01	0,00			0,01	0,00								
CuSO4	159,61	0,14	0,00			0,14	0,00			3710,13	7,40	82,30	0,42	4952,85	9,75
Cu2+	63,55	527,54	2,60					527,54	2,61						
H+	1,01	11,17	0,06					11,17	0,06			27,90	0,14		
Сорбент		18372,45	90,53					18372,45	90,99			18372,45	94,16		
H2O	18,02	1279,51	6,30	54361,28	100,00	54361,28	99,81	1279,51	6,34	38906,28	77,60	863,08	4,42	39322,70	77,38
ИТОГО:		20294,9	100	54361,3	100	54465,5	100	20190,7	100	50136,96	100	19512,6	100	50815,1	100
Сухого		19015,37						18911,16		11230,68		18649,49		11492,35	
Объем, м3/ч (нм3/ч)		18,1204		54,36		53,40		18,03		42,22		17,42		42,35	
Плотность, т/м3		1,12		1		1,02		1,12		1,19		1,12		1,2	

Таблица 40 – Промывка регенерированного сорбента

Промывка регенерированного сорбента							
		Вода на промывку		Оборотный сорбент		Оборотн р-р	
		Поток №111		Поток №102		Поток №112	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55					32,768	0,0614
Ag	107,87						
Re	186,20						
Zn	65,37						
Fe	55,85						
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Др соли							
H2SO4	98,08					166,83	0,31
HNO3	63,01						
Cu(NO3)2	187,56						
CuSO4	159,61					82,30	0,15
Cu2+	63,55						
H+	1,01			27,90	0,14		
Сорбент				18372,45	94,16		
H2O	18,02	54361,28	100,00	1112,22	5,70	54112,14	99,54
ИТОГО:		54361	100	19512,57	100	54361,3	100
Сухого		0,00		18400,36		249,14	
Объем, м3/ч (нм3/ч)		54,36		17,42		54,36	
Плотность, т/м3		1		1,12		1	

Таблица 41 - Приготовление десорбирующего серебро раствора тиомочевины

		Приготовление десорбирующего серебро раствора тиомочевины							
		Тиомочевина сух		Р-р серной к-ты		Вода		Тиомочевина сернокис	
		Поток №97		Поток №98		Поток №99		Поток №100	
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Примеси		0,34	2,00					0,34	0,13
H ₂ SO ₄	98,08			11,87	15,00			11,87	4,55
CS(NH ₂) ₂	76,12	16,60	98,00					16,60	6,36
H ₂ O	18,02			67,26	85,00	164,96	100,00	232,23	88,96
ИТОГО:		16,94	100,00	79,13	100,00	164,96	100,00	261,04	100,00
Сухого								28,81	
Объем, м ³ /ч				0,04		0,16		0,24	
Плотность, т/м ³				1,82		1,00		1,10	

Таблица 42 – Сорбция цинка

Сорбция цинка									
		Брос р-р с сорб Cu		Оборотный сорбент		Оборотный р-р		Насыщенный сорбент	
		Поток №103		Поток №113		Поток №114		Поток №115	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55	0,7327	0,0014			0,7327	0,0014		
Ag	107,87	0,0054	0,0060			0,005	0,0060		
Re	186,20	0,0001	0,0030			0,00013	0,0030		
Zn	65,37	2,7489	0,2182			0,003	0,0002	2,746	0,2180
Fe	55,85	158,9220	0,3822			158,922	0,3822		
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Cu(NO3)2	187,56	0,05	0,00			0,04	0,00	0,00	0,00
CuSO4	159,61	1,80	0,01			1,80	0,01	0,00	0,00
Fe(NO3)3	241,86	0,84	0,00			0,82	0,00	0,02	0,00
Fe(NO3)2	179,86	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
Fe2(SO4)3	399,88	6,37	0,02			6,06	0,02	0,31	0,05
Fe(SO4)	151,91	4,16	0,01			3,45	0,01	0,71	0,12
HReO4	251,21	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,00
ZnSO4	161,43	6,79	0,02			0,01	0,00	0,00	0,00
Na[AgCl2]	201,76	0,01	0,00			0,01	0,00	0,00	0,00
Na2SO4	142,04	261,67	0,81			261,21	0,81	0,46	0,08
K2SO4	174,27	161,20	0,50			160,92	0,50	0,28	0,05
Al2(SO4)3	342,15	478,80	1,49			477,96	1,49	0,84	0,14
Ca(NO3)2	164,09	71,17	0,22			71,07	0,22	0,10	0,02
NaCl	58,44	396,45	1,23			395,75	1,23	0,70	0,12
H2SO4	98,08	756,99	2,36			759,74	2,37	1,36	0,23
HNO3	63,01	25,35	0,08			25,31	0,08	0,05	0,01
HCl	36,46	0,30	0,00			0,30	0,00		
Zn2+	65,37						0,00	2,746	0,47
H+	1,01			0,69	0,120		0,00	0,6092	0,10
Сорбент				544,6	94,180		0,00	544,61	93,42
H2O	18,02	29952,06	93,24	32,96	5,7	29954,88	93,26	30,14	5,17
ИТОГО:		32124,0	100	578,3	100	32119,3	100	582,9	100
Сухого		2171,95		545,31		2164,45		552,81	
Объем, м3/ч (нм3/ч)		28,68		0,46		28,68		0,47	
Плотность, т/м3		1,12		1,25		1,12		1,25	

Таблица 43 – Десорбция насыщенного цинком сорбента. Промывка насыщенного сорбента. Десорбция цинка, регенерация сорбента

		Промывка насыщенного сорбента								Десорбция цинка, регенерация сорбента					
		Насыщенный сорбент		Вода на промывку		Оборотный р-р		Промытый сорбент		Р-р серной кислоты		Сорбент регенерир		Элюат Zn	
		Поток №115		Поток №116		Поток №117		Поток №118		Поток №119		Поток №120		Поток №121	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55														
Ag	107,87														
Re	186,20														
Zn	65,37	2,746	0,2180			0,0000	0,0000	2,7462	0,2180					2,746	0,2180
Fe	55,85														
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Др соли		3,43	0,59			3,43	0,36575								
H2SO4	98,08	1,36	0,23			1,36	0,15			78,87	15,00	4,94	0,86	69,81	13,28
HNO3	63,01	0,05	0,01			0,05	0,00485								
ZnSO4	161,43	0,00	0,00			0,00	0,00							6,78	1,29
Zn2+	65,37	2,75	0,47					2,75	0,48						
H+	1,01	0,61	0,10					0,61	0,11			0,69	0,12		
Сорбент		544,61	93,42					544,61	94,21			544,61	94,18		
H2O	18,02	30,14	5,17	932,71	100,00	932,71	99,48	30,14	5,21	446,94	85,00	28,02	4,85	449,07	85,43
ИТОГО:		582,9	100	932,7	100	937,6	100	578,1	100	525,82	100	578,3	100	525,7	100
Сухого		552,81						547,97		78,87		550,25		76,59	
Объем, м3/ч (нм3/ч)		0,47		0,93		0,92		0,52		0,47		0,52		0,47	
Плотность, т/м3		1,25		1		1,02		1,12		1,13		1,12		1,13	

Таблица 44 – Промывка регенерированного сорбента

Промывка регенерированного сорбента							
		Вода на промывку		Оборотный сорбент		Оборотный р-р	
		Поток №122		Поток №113		Поток №123	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Cu	63,55						
Ag	107,87						
Re	186,20						
Zn	65,37						
Fe	55,85						
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Др соли							
H ₂ SO ₄	98,08					4,94	0,35
HNO ₃	63,01						
ZnSO ₄	161,43					0,00	0,00
Zn ²⁺	65,37						
H ⁺	1,01			0,69	0,12		
Сорбент				544,61	94,18		
H ₂ O	18,02	1399,07	100,00	32,96	5,70	1394,13	99,65
ИТОГО:		1399,1	100	578,27	100	1399,1	100
Сухого		0,00		545,31		4,94	
Объем, м ³ /ч (нм ³ /ч)		1,40		0,52		1,40	
Плотность, т/м ³		1		1,12		1	

Таблица 45 – Упаривание цинкового купароса

Упаривание цинкового купароса							
		Элюат Zn		Упарен р-р Zn		Конденсат	
		Поток №121		Поток №124		Поток №125	
Состав	М	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв	кг/ч	Скв изв
Zn	65,37	2,746	0,2180	2,746	0,2180	0,000	0,0000
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
H2SO4	98,08	69,81	13,28	69,81	39,53		
HNO3	63,01						
ZnSO4	159,61	6,78	1,29	6,78	3,84		
H2O	18,02	449,07	85,43	100,00	56,63	349,07	100,00
ИТОГО:		525,66	100	176,59	100	349,07	100
Сухого		76,59		76,59		0,00	
Объем, м3/ч		0,47		0,13		0,35	
Плотность, т/м3		1,13		1,37		1,00	

Таблица 46 – Улавливание паров аммиака. Приготовление водного раствора аммиака на 1 операцию десорбции

Улавливание аммиака. Приготовление водного раствора аммиака на 1 операцию десорбции																	
		ПГС с упар12 APR		ПГС с упар элюата		Всего ПГС в колонну		Вода в колонну		Вых р-р аммиака		Выход ПГС на очистку		25% р-р аммиака		Р-р амм в сорбц Re	
		Поток №75+81		Поток №53		Поток №126		Поток №127		Поток №128		Поток №129		Поток №130		Поток №131	
Состав	М	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс
NH3	17,03	69,28	6,84	986,51	39,78	1055,79	30,23			1030,79	6,71	25,00	23,81	62,30	25,00	1093,09	7,00
Воздух																	
H2O	18,02	943,62	93,16	1493,34	60,22	2436,96	69,77	11978,61		14335,57	93,29	80,0	76,19	186,89	75,00	14522,46	93,00
ИТОГО:		1012,89	100	2479,85	100	3492,75	100	11978,61		15366,4	100	105,0	100	249,19	100,00	15615,5	100
Сухого										1030,79						1093,09	
Объем, м3/ч (нм3/ч)						4418,733				15,84			126,0502	0,27		16,10	
Плотность, т/м3										0,97				0,907		0,97	

Таблица 47 – Потребность в аммиачной воде в сорбции рения

		Сорбция Re 1		Сорбция Re 2		Потребность	
		Поток №48		Поток №64		Поток №131	
Состав	М	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс	кг/опер	% масс
ННЗ	17,03	1020,03	7,00	73,05	7,00	1093,09	7,00
Воздух							
Н2О	18,02	13551,89	93,00	970,57	93,00	14522,46	93,00
ИТОГО:		14571,9	100	1043,6	100	15615,5	100
Сухого							
Объем, м3/ч (нм3/ч)						16	
Плотность, т/м3		0,97		0,97		0,97	

Таблица 48 – Приготовление серной кислоты

Приготовление раствора серной кислоты							
		Серная к-та		Вода		Р-р серной кислоты	
		Поток №121		Поток №124		Поток №125	
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Н2SO4	98,08	865,47	92,50			865,47	15,00
Н2О	18,02	70,17	7,50	4834,13	100,00	4904,31	85,00
ИТОГО:		935,64	100	4834,13	100	5769,77	100
Сухого		865,47		0,00		865,47	
Объем, м3/ч		0,51		4,83		5,11	
Плотность, т/м3		1,83		1,00		1,13	

Таблица 49 - Распульповка Fe-Са кека

		Распульповка Fe-Са кека												Фильтрация			
		Промытый Fe-Са кек		Вода		Р-р после конв SO4		Р-р серной к-ты		Пульпа вход		Пульпа выход		Осадок Fe-Са кек		Фильтрат р-р Fe(III)	
		Поток №39		кг/ч	% масс	Поток №71		Поток №132		Поток №133		Поток №134		Поток №135		Поток №136	
Состав	М	кг/ч	% масс			кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Cu	63,55	5,0673	0,03875							5,07	0,03	5,07	0,03	5,07	0,04		
Ag	107,87	0,00452	3,5E-05							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Re	186,20	0,00022	1,7E-06							0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Zn	65,37	9,2862	0,07101							9,29	0,05	9,29	0,05	9,29	0,08		
Fe	55,85	69,7827	0,53							69,78	0,38	69,78	0,38	69,78	0,57		
Тверд. др		6293,02	48,12							6293,02	33,94	6293,02	33,94	6293,02	51,82		
CaCO3	100,09	423,877	3,24							423,88	2,29	423,88	2,29	423,88	3,49		
CaSO4	136,14	1091,87	8,35							1091,87	5,89	1091,87	5,89	1091,87	8,99		
Fe(OH)2	89,86	249,682	1,91							249,68	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00		
Fe(OH)3	106,87	358,027	2,74							358,03	1,93	0,00	0,00		0,00		
Fe2(SO4)3	399,88											669,83	3,6131	242,25	1,9950	427,57	6,46
Fe(SO4)	151,91											422,08	2,2767	225,25	1,86	422,08	6,37
H2SO4	98,08					122,56	14,00	642,81	15,00	765,37	4,1284	0,00	0,0000				
H2O	18,02	4577,25	35	300	100	753,14	86,00	3642,60	85,00	9272,99	50,02	9554,16	51,54	3782,52	31,15	5771,64	87,17
ИТОГО:		13078	100	300	100	875,70	100,00	4285,41	100,00	18538,97	100,00	18539	100,00	12142,9	100,00	6621,29	100,00
Сухого		8500,61				122,56		642,81		9265,98		8984,81		8360,40		849,65	
Объем, м3/ч (нм3/ч)		7,98		0,30		0,80		3,90		13,09		13,09		6,88		5,91	
Плотность, т/м3		1,64		1		1,1		1,1		1,42		1,42		1,76		1,12	

Таблица 50 – Подготовка железного скрапа. Восстановление Fe (III) до Fe(II). Фильтрация раствора

		Подготовка железного скрапа										Восстановление Fe (III) до Fe(II)				Фильтрация раствора			
		Fe скрап		Р-р соды		Вода		Отраб пром р-р в отвал		Отмытый Fe скрап		Р-р Fe(III)		Р-р Fe(II) мутн		Осадок		Фильтрат Fe(II) чист	
		Поток №137		Поток №138		Поток №139		Поток №140		Поток №141		Поток №136		Поток №142		Поток №143		Поток №144	
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Fe	55,85	60,215	100,00							60,215	99,00			0,500	0,0075	0,500	50,00		
Fe2(SO4)3	399,88											427,57	6,46						
Fe(SO4)	151,91											422,08	6,37	909,37	13,61	0,04	3,50	909,37	13,61
Na2CO3	105,99			10,00	10,00			10,00	5,00										
H2O	18,02			90,00	90,00	100,00	100,00	190,00	95,00	0,61	1,00	5771,64	87,17	5772,25	86,38	0,47	46,50	5771,78	86,39
ИТОГО:		60,215	100	100,00	100,00	100,00	100,00	200	100,00	60,82	100,00	6621,3	100,00	6682,12	100,00	1,00	100,00	6681,15	100,00
Сухого		60,21		10,00		0,00		10,00		60,21		849,65		909,87		0,54		909,37	
Объем, м3/ч (нм3/ч)		0,01		0,09		0,10		0,18		0,01		3,31		5,97		0,00		5,97	
Плотность, т/м3		7,8		1,12		1		1,12		7,8		2		1,12		1,12		1,12	

Таблица 51 – Упаривание железного купороса. Кристаллизация

		Упаривание железного купороса								Кристаллизация			
		P-р Fe купорос		Маточник с кристалл		Конденсат		Упарен р-р		Кристаллы купороса		Возвр маточник	
		Поток №144		Поток №145		Поток №146		Поток №147		Поток №148		Поток №145	
Состав	М	кг/ч	ск извл	кг/ч	ск извл	кг/ч	ск извл	кг/ч	ск извл	кг/ч	ск извл	кг/ч	ск извл
Fe	55,85	334,316	0,8040	27,963				362,279		334,316	0,8040	27,963	
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
FeSO4*7H2O	278,02									1664,28	100,00		
Fe(SO4)	151,91	909,37	13,61	76,06	24,81			985,43	50,00			76,06	24,81
H2O	18,02	5771,78	86,39	230,52	75,19	5016,87	100,00	985,43	50,00			230,52	75,19
ИТОГО:		6681,15	100	306,58	100	5016,87	100	1970,86	100	1664,28	100	306,58	100
Сухого		909,37				0,00		985,43		1433,77		76,06	
Объем, м3/ч		5,97				4,48		1,76		1,49		0,27	
Плотность, т/м3		1,12				1,12		1,12		1,12		1,12	

Таблица 52 – В отвал

В отвал									
		Осадок Fe-Ca кек		Оборотный р-р		Отработ абсорц р-р		Отработ промыв р-р	
		Поток №135		Поток №153		Поток №153		Поток №140	
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Твердая фаза									
Cu	63,55	5,067	0,04						
Ag	107,87	0,005	0,00						
Re	186,20	0,000	0,00						
Zn	65,37	9,286	0,08						
Fe	55,85	69,783	0,57						
Тверд. др		6293,018	51,82						
CaCO ₃	100,09	423,877	3,49						
CaSO ₄	136,14	1091,866	8,99						
Жидкая фаза									
Соли		467,50	3,85	1367,78	1,09	25,6	24,70	10,00	5,00
H ₂ SO ₄	98,08			850,99	0,68				
H ₂ O	18,02	3782,52	31,15	123648,21	98,24	78,1	75,30	190,0	95,00
ИТОГО:		12142,9	100,00	125867,0	100,00	103,7	100,00	200,0	100,00
Сухого		8360,40		2218,78		25,62			
Объем, м ³ /ч		6,88		122,20		0,09		0,20	
Плотность, т/м ³		1,76		1,03		1,2		1,02	

Таблица 53 – Оборотный раствор

Оборотный р-р																	Поток №149
		Поток №74		Поток №96		Поток №106		Поток №112		Поток №114		Поток №117		Поток №123		ВСЕГО:	
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Соли				0,24	0,19594	67,68	0,12426	82,30	0,151402	1404,71	4,37341	3,47	0,370601	0,00	0	1558,4	1,09
H2SO4	98,08	0,01	0,52	0,17	0,14	36,53	0,07	166,83	0,31	759,74	2,37	1,36	0,15	4,94	0,35	969,6	0,68
H2O	18,02	1,81	99,48	123,89	99,67	54361,28	99,81	54112,14	99,54	29954,88	93,26	932,71	99,48	1394,13	99,65	140880,8	98,24
ИТОГО:		1,82	100	124,30	100	54465,5	100,0	54361,3	100,0	32119,3	100,0	937,6	100,0	1399,1	100	143408,9	100
Объем, м3/ч		0,00		0,12		54,47		54,36		29,20		0,94		1,40		139,23	
Плотность, т/м3		1,00		1,00		1,00		1,00		1,10		1,00		1,00		1,03	

Таблица 54 – Затраты оборотного раствора на приготовление

Затраты оборот р-ра на приготовление							
		Известняк молоко		На щелоч вскрытие		ВСЕГО:	
		Поток №150		Поток №151		Поток №152	
Состав	М	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс	кг/ч	% масс
Соли		102,06	1,09	88,57	1,09	190,63	1,09
H2SO4	98,08	63,50	0,68	55,10	0,68	118,60	0,68
H2O	18,02	9226,31	98,24	8006,33	98,24	17232,64	98,24
ИТОГО:		9391,87	100,00	8150,00	100,00	17541,87	100,00
Объем, м3/ч		9,12		7,91		17,03	

6 ПОТРЕБНОСТИ В РЕГЕНТАХ

Потребности в реагентах представлены в таблице 55.

Таблица 55 – Сводная ведомость потребности в реагентах

	Концентрация	Расход т/т конц		т/ч	Кол-во т/год	
		факт	100%		факт	100%
Кислота азотная	57%	0,117	0,067	0,700	5628,0	3207,96
Кислота серная	92,5%	0,436	0,403	2,616	21030,3	19453,061
Сода	100%	0,003	0,003	0,017	132,7	132,7
Известняк		0,570	0,570	3,418	27483,6	27483,6
Аммиак	25%	0,042	0,010	0,249	2003,5	500,9
Тиомочевина	98%	0,003	0,003	0,017	136,2	133,5
Хлорид натрия	100%	0,069	0,069	0,416	3344,6	3344,6
Железо лом	100%	0,010	0,010	0,060	484,1	484,1
Ионит Lewatit K 3375		0,000	0,0000		0,0	0,0
Ионит Lewatit TP 214 XL		0,000	0,0000		0,0	0,0
Ионит Lewatit TP 209 XL		0,000	0,0000		0,0	0,0
Ионит Lewatit VPOC 1026		0,000	0,0000		0,0	0,0

7 СПЕЦИФИКАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ УСТАНОВКИ ПЕРЕРАБОТКИ ЧЕРНОВОГО МЕДНОГО КОНЦЕНТРАТА

В Таблице 56 представлена спецификация основного оборудования для установки переработки чернового медного концентрата для технологической цепочки производительностью 6 т/час по исходному ЧМК.

Таблица 56 – спецификация основного оборудования для установки переработки чернового медного концентрата для технологической цепочки производительностью 5,5 т/час по исходному ЧМК

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
ЛИСТ 1 – ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПУЛЬПЫ ЧМК, ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ МИНЕРАЛОВ								
1	P-100	-	реактор	V=100 м3	D=6230 мм; H=6955 мм	сталь углеродистая	1	буфер пульпы ЧМК
2	H-101/1-4	-	агрегат электронасосный	Q=57,3 м3/час	H=71,6 м, N=25 кВт		4	перекачивание пульпы
3	P-102	-	реактор	V=100 м3	D=6230 мм; H=6955 мм	сталь углеродистая	1	буфер пульпы ЧМК
4	H-103/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=45,0 м3/час	H=25 м, N=18,5 кВт		2	перекачивание пульпы
5	СГ-104	СГ-72	сгуститель		D=6000 мм		1	сгущение получаемой пульпы
6	H-105/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=15,0 м3/час	H=25 м, N=7,5 кВт		2	перекачивание сгущенной пульпы
7	E-106	E-189	емкость	V=16,0 м3		РР	1	прием верхнего слива сгустителя
8	H-107/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=33,0 м3/час	H=25 м, N=11 кВт		2	откачка верхнего слива сгустителя
9	P-108	-	реактор	V=40 м3	D=4200 мм; H=5812 мм	сталь углеродистая	1	прием пульпы с нижнего слива сгустителя

Продолжение таблицы 56

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
10	Н-109/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=8,4 м3/час	H=82,7 м, N=15 кВт		2	откачка приготовленной пульпы
11	Н-109/3,4	-	агрегат электронасосный	Q=8,4 м3/час	H=80,2 м, N=35 кВт		2	откачка приготовленной пульпы
12	P-110	-	реактор	V=100 м3	D=6230 мм; H=6955 мм	сталь углеродистая	1	буфер пульпы ЧМК
13	Н-111/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=20 м3/час	H=20,2 м, N=5,5 кВт		2	подача пульпы на оттирку
14	P-114	-	реактор	V=4,0 м3	D=1850 мм; H=3646 мм		2	подготовка поверхности минералов
15	P-115/1,2	-	реактор	V=20,0 м3	D=2800 мм; H=3300 мм	сталь углеродистая	2	сбор пульпы после подготовки поверхности минералов
16	Н-116/1	-	агрегат электронасосный	Q=28 м3/час	H=30 м, N=11 кВт		1	перекачивание пульпы после подготовки
17	Н-116/2	-	агрегат электронасосный	Q=28 м3/час	H=30 м, N=11 кВт		1	перекачивание пульпы после подготовки
ЛИСТ 2 – ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ ПУЛЬПЫ, ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ ЧМК								
18	P-200/1,2	P-6, P-56	реактор	V=20,0 м ³	D=2800 мм; H=3300 мм; N=15 кВт	РР	2	декарбонизация пульпы
19	Н-201/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=25 м3/час	H=23 м, N=15 кВт	мат. пр. части 12X18Н12МЗТЛ	2	перекачка пульпы на абсорбцию нитрозных газов

Продолжение таблицы 56

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
20	Е-202	Е-28/1	емкость	V=6,0 м ³	D=2000 мм; H=2000 мм	12X18H9ТЛ	1	хранение 92% серной кислоты
21	P-204/1,2	ПК-13, 14	реактор	V=20,0 м ³	D=2800 мм; H=3300 мм; N=15 кВт, с теплоизоляцией	PP + PVDF	2	выщелачивание ЧМК
22	P-204/3,4	ПК-15, 16	реактор	V=20,0 м ³	D=2800 мм; H=3300 мм; N=15 кВт, с теплоизоляцией	PP	2	выщелачивание ЧМК
23	P-205/1,2	P-21, P-134	реактор	V=20,0 м ³	D=2800 мм; H=3300 мм; N=15 кВт	PP	2	охлаждение пульпы после выщелачивания
24	H-206/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=25 м ³ /час	H=23 м, N=15 кВт	мат. пр. части 12X18H12M3ТЛ	2	перекачивание пульпы после охлаждения
25	ТО-209	-	теплообменник	F=36 м ²		графитопласт	1	конденсация ПГС от реакторов охлаждения пульпы
26	Е-210	Е-18/1	емкость	V=2,7 м ³	D=1500 мм; H=1500 мм	12X18H9ТЛ	1	хранение 56% азотной кислоты
27	Е-211	Е-24	емкость	V=2,7 м ³	D=1500 мм; H=1500 мм	PP	1	хранение раствора хлорида натрия
28	ТО-212	-	теплообменник				1	

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
ЛИСТ 3 – АБСОРБЦИЯ НИТРОЗНЫХ ГАЗОВ								
29	Р-213	-	реактор	V=12,0 м³	D=2500 мм; H=2500 мм; N=7,5 кВт	РР	1	хранение оборотного раствора после улавливания NOx
30	Н-214/,2	-	агрегат электронасосный	Q=3,0 м3/час	H=15 м, N=1,5 кВт		2	
31	АБ-215	УОА-132/1	абсорбер		D=1750 мм; H=12140 мм	ЭИ-448	1	абсорбция нитрозный газов декарбонизированной пульпой
32	Р-217		реактор	V=2,7 м³	D=1500 мм; H=1500 мм N=2,5 кВт	РР	1	буфер для пульпы на абсорбцию
33	Н-218/1		агрегат электронасосный				1	для орошения абсорбера пульпой
34	Н-218/2		агрегат электронасосный				1	для перекачивания пульпы после абсорбции
35	Е-219		емкость	V=2,7 м³	D=1500 мм; H=1500 мм	12Х18Н9ТЛ	1	буферная для азотной кислоты
36	Н-220/1,2		агрегат электронасосный				2	для перекачивания азотной кислоты после абсорбции
37	АПС-221/1,2,3	УОА-132/2,3	абсорбер	V=8,0 м³	Dкуб=2200 мм; H=8210 мм	змеевик ЭИ-448	3	для абсорбции нитрозных газов обратным раствором
38	Н-222/1-6		агрегат электронасосный				6	для циркуляции оборотного раствора на абсорбции

Продолжение таблицы 56

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
39	ОК- 223/1,2		колонна окислительная	V=17,0 м ³	D=1500 мм; H=10500 мм	PP	2	для окисления NO в NO ₂
40	ОК-224	ОК-27	колонна окислительная	V=10,0 м ³	D=1600 мм; H=6680 мм	12X18H10T	1	для окисления NO в NO ₂
41	H-225/1,2		агрегат электронасосный				2	для циркуляции азотной кислоты на абсорбции и перекачки отработанного раствора
42	АБК-226		абсорбер		D=1650 мм; H=8770 мм		1	для абсорбции нитрозных газов серной кислотой
43	E-227		емкость	V=2,7 м ³	D=1500 мм; H=1500 мм		1	буфер для серной кислоты на абсорбцию
44	H-228/1,2		агрегат электронасосный				2	для циркуляции серной кислоты на абсорбции и перекачки отработанного раствора
45	E-229	E-66/2	емкость	V=2,7 м ³	D=1500 мм; H=1500 мм	PP	1	напорная для обратного раствора
46	E-230	E-66/1	емкость	V=2,7 м ³	D=1500 мм; H=1500 мм	12X18H9TЛ	1	емкость напорная для 56% азотной кислоты
47	ГД-231/1,2		газодувка				2	для протягивания газов через систему абсорбции
48	E-232	E-66/3	емкость	V=2,7 м ³	D=1500 мм; H=1500 мм	PP	1	напорная для 92% серной кислоты

Продолжение таблицы 56

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
49	ПТС- 233/1-4	К-26/1-4	скруббер	V=6,0 м³	Dкуб=2200 мм; H=7750 мм	PP	4	для санитарной очистки газов после абсорбции
50	Н-234/1-4		агрегат электронасосный				4	для орошения скрубберов санитарной очистки
51	Е-235	Е-66/4	емкость	V=2,7 м³	D=1500 мм; H=1500 мм	PP	1	буферная для сбора отработанного раствора орошения санитарной очистки
52	Н-236		агрегат электронасосный	Q=12 м³/час			1	для перекачивания отработанного раствора после санитарной очистки
53	Л-237		ловушка				1	для улавливания брызг и капель
54	Е-238	Е-65	емкость	V=2,7 м³	D=1500 мм; H=1500 мм	PP	1	напорная для раствора кальцинированной соды
55	В-239/1,2		вентилятор				2	для протягивания газов через систему санитарной очистки газов
56	ШВ-240		вентшахта			PP	1	для выброса очищенных газов в атмосферу
ЛИСТ 4 – ОСАЖДЕНИЕ И ФИЛЬТРАЦИЯ ЖЕЛЕЗО-ГИПСОВОГО КЕКА								
57	Р-244	-	реактор	V=20,0 м³	D=2800 мм; H=3300 мм; N=15 кВт	PP	1	сбор бросовой пульпы

Продолжение таблицы 56

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
58	Н-245/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=110 м³/час	Н=50 м	12X18Н12М3ТЛ	2	перекачивание бросовой пульпы
59	Р-246	Р-200	реактор	V=6,0 м³	D=2000 мм; Н=2000 мм; N=4 кВт	РР	1	буфер пульпы для осаждения Fe-Ca кека
60	Р-247	ТА-01	реактор	V=6,0 м³	D=2000 мм; Н=2000 мм; N=4 кВт	12X18Н9ТЛ	1	буфер для известнякового молока
61	Р-248/1-4	-	реактор	V=20,0 м³	D=2800 мм; Н=3300 мм; N=15 кВт	РР	4	осаждение Fe-Ca кека
62	Н-249/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=25 м³/час	Н=23 м	12X18Н12М3ТЛ	2	перекачивание пульпы Fe-Ca кека в буфер
63	Р-252	Р-20	реактор	V=20,0 м³	D=2800 мм; Н=3300 мм; N=15 кВт	РР	1	буфер пульпы перед фильтрацией
64	Н-253/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=16-34 м³/час	Н=25-92 м	12X18Н12М3ТЛ	2	перекачка пульпы на фильтр- прессы
65	ФП- 254/1,2	-	фильтр-пресс	F=320 м²	V _{кам} =6,44 м³	плиты - РР	2	фильтрация пульпы Fe-Ca кека
66	Р-255/1,2	Р-279	реактор	V=20,0 м³	D=2800 мм; Н=3300 мм; N=15 кВт	РР	2	реактор для распульповки Fe- Са кека
67	Н-256/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=10-28 м³/час	Н=6-68 м	12X18Н12М3ТЛ	2	перекачивание пульпы Fe-Ca кека
68	Е-257/1,2	-	емкость	V=20,0 м³	D=2800 мм; Н=3300 мм	РР	2	сбор фильтрата и промывной воды после фильтрации Fe-Ca кека

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
69	Н-258/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=39 м³/час	Н=20 м	12X18Н12М3ТЛ	2	перекачивание фильтрата после осаждения Fe-Са кека
ЛИСТ 5 – ПОЛУЧЕНИЕ РАСТВОРА ЖЕЛЕЗНОГО КУПОРОСА								
70	Р-259	Р-202	реактор	V=6,0 м³	D=2000 мм; Н=2000 мм; N=4,0 кВт	РР	1	буфер для пульпы Fe-Са кека
71	Е-260	Е-18/2	емкость	V=2,7 м³	D=1500 мм; Н=1500 мм;	12X18Н9ТЛ	1	буферная для 92% серной кислоты
72	Р-261/1-3	Р-161/1,2 Р- 163/1	реактор	V=12,0 м³	D=2500 мм; Н=2500 мм; N=7,5 кВт	РР	3	реактор растворения Fe-Са кека
73	Н-262/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=20 м³/час	Н=18 м	12X18Н12М3ТЛ	2	перекачивание пульпы после растворения Fe-Са кека
74	Р-263	Р-37	реактор	V=12,0 м³	D=2500 мм; Н=2500 мм; N=7,5 кВт	РР	1	буфер пульпы после растворения Fe-Са кека перед фильтрацией
75	Н-264/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=16-34 м³/час	Н=25-92 м	12X18Н12М3ТЛ	2	перекачка пульпы после растворения Fe-Са кека на фильтр-прессы
76	ФП- 265/1,2	-	фильтр-пресс	F=280 м²	V _{кам} =5,57 м³	плиты - РР	2	фильтрация пульпы после растворения Fe-Са кека
77	Р-266	Р-75	реактор	V=8,0 м³	D=2100 мм; Н=3100 мм; N=7,5 кВт	РР	1	распульповка осадка после фильтрации

Продолжение таблицы 56

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
78	Н-267	-	агрегат электронасосный	Q=10-28 м³/час	Н=6-68 м	12X18Н12М3ТЛ	1	перекачивание сбросной пульпы в хвостовую емкость
79	Е-268	Е-44	емкость	V=12,0 м³	D=2500 мм; Н=2500 мм;	РР	1	буферная для сбора фильтрата
80	Н-269/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=23,5 м³/час	Н=32 м	12X18Н12М3ТЛ	2	перекачивание фильтрата железа на восстановление
81	ПТ-272	-	кран подвесной	Q=2 т	-	-	1	загрузка патронов с железным скрапом на восстановление
82	Р-273/1,2	-	реактор	V=20,0 м³	D=2800 мм; Н=3300 мм; N=15 кВт	РР	2	восстановление железа
83	Н-274/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=16-34 м³/час	Н=25-92 м	12X18Н12М3ТЛ	2	перекачивание раствора железа на контрольную фильтрацию
84	Е-275	Е-165	емкость	V=20,0 м³	D=2800 мм; Н=3300 мм;	РР	1	сбор фильтрата восстановленного железа
85	Н-276/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=10 м³/час	Н=32 м	12X18Н12М3ТЛ	2	перекачивание фильтрата восстановленного железа
86	Р-277	Р-54	реактор	V=12,0 м³	D=2500 мм; Н=2500 мм; N=7,5 кВт	РР	1	распульповка осадка после контрольной фильтрации раствора железа

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
87	Н-278	-	агрегат электронасосный	Q=20 м³/час	Н=18 м	12X18Н12МЗТЛ	1	перекачивание пульпы осадка после контрольной фильтрации раствора железа
88	ФП- 280/1,2	-	фильтр-пресс	F=16 м²	V _{кам} =0,208 м³	плиты - РР	2	контрольная фильтрация раствора железа перед упариванием
ЛИСТ 6 – УПАРИВАНИЕ РАСТВОРА ЖЕЛЕЗНОГО КУПОРОСА								
89	Е-207	-	емкость	V=6,3 м³	D=1800 мм; Н=2708 мм;	РР	1	для промывного раствора соляной кислоты
90	Н-208	-	агрегат электронасосный	Q=28,5 м³/час	Н=30 м; N=2,2 кВт	РР	1	перекачивание промывного раствора соляной кислоты
91	ТО-279	-	теплообменник	F=10 м²		графитопласт	1	нагревание раствора перед упариванием
92	ВА-281/1- 3	-	выпарной аппарат	F=22,4 м²	Н=17556 мм;	титан ВТ1-0	3	упаривание раствора сульфата железа
93	Н-282/1-3	-	агрегат электронасосный	Q=250 м³/час	Н=6 м; N=15 кВт	молибденистая сталь	3	циркуляция раствора сульфата железа в выпарном аппарате
94	ВН- 283/1,2	-	агрегат электронасосный вакуумный	Q=10,5 м³/мин	Р _{абс.} = 0,03 МПа N=22кВт	нерж сталь	2	создание разряжения в выпарных аппаратах
95	К-284	-	теплообменник	F=40 м²	-	12X18Н10Т	1	конденсирование ПГС от выпарных аппаратов

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
96	Л-285	-	ловушка	$V=0,25 \text{ м}^2$	-	12X18H10T	1	улавливание брызг и капель
97	Е-286	Е-7	емкость	$V=2,7 \text{ м}^3$	D=1500 мм; H=1500 мм;	PP	1	буфер для сбора конденсата упаривания
98	Н-287/1,2	-	агрегат электронасосный	$Q=6,0 \text{ м}^3/\text{час}$	H=25 м	12X18H9ТЛ	2	перекачивание конденсата в технологию
ЛИСТ 7 – КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ И ПОЛУЧЕНИЕ ТОВАРНОГО ЖЕЛЕЗНОГО КУПОРОСА								
99	Е-288	Е-206	емкость	$V=2,7 \text{ м}^3$	D=1500 мм; H=1500 мм;	PP	1	сборник маточного раствора после кристаллизации железного купороса
100	Н-289	-	агрегат электронасосный	$Q=10,0 \text{ м}^3/\text{час}$	H=20 м	12X18H9ТЛ	1	перекачивание маточного раствора после кристаллизации железного купороса
101	Р-290	-	реактор	$V=6,0 \text{ м}^3$	D=2000 мм; H=2000 мм; N=4 кВт	12X18H9ТЛ	1	напорный для подачи упаренного раствора на кристаллизацию
102	ФБ-291/1,2	ФБ-288/1,2	фильтр барабанный	$F=10 \text{ м}^2$	-	12X18H9ТЛ	2	фильтрация кристаллов железного купороса
103	ВР-293/1,2	-	вакуумный ресивер	$V=0,63 \text{ м}^3$	-	нерж. сталь	2	отвод фильтрата при фильтрация кристаллов железного купороса
104	Л-294/1,2	-	ловушка	$V=0,4 \text{ м}^3$	-	нерж. сталь	2	улавливание брызг и капель при фильтрации кристаллов железного купороса

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
105	ВН- 295/1,2	-	агрегат электронасосный вакуумный	Q=10,5 м³/мин	Рабс.= 0,03 МПа N=22кВт	нерж. сталь	2	создание разряжения на барабанных фильтрах
106	P-296	P-224	реактор	V=12,0 м³	D=2500 мм; H=2500 мм; N=7,5 кВт	12X18H9ТЛ	1	буферный для упаренного раствора железного купороса
107	РК-297	-	реактор- кристаллизатор	V=12,0 м³	D=2500 мм; H=2500 мм; N=7,5 кВт	12X18H9ТЛ	1	для охлаждения раствора железного купороса
108	Н-298/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=10-28 м³/час	H=6-68 м	12X18H9ТЛ	2	перекачивание охлажденного раствора железного купороса
ЛИСТ 8 – СОРБЦИОННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ РЕНИЯ								
109	E-270/1,2	-	емкость	V=30,0 м³	D=3400 мм; H=3300 мм;	PP	2	буфер для исходного раствора на сорбцию рения
110	Н-271/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=50,0 м³/час	H=32 м	12X18H12M3ТЛ	2	перекачка исходного раствора на сорбцию рения в напорную емкость
111	E-300	E-73	емкость	V=12,0 м³	D=2500 мм; H=2500 мм;	PP	1	напорная емкость для подачи исх. раствора на сорбцию рения
112	E-301	E-28/2	емкость	V=6,0 м³	D=2000 мм; H=2000 мм;	PP	1	напорная емкость для подачи пром. раствора на сорбцию рения
113	E-302	E-147	емкость	V=6,0 м³	D=2000 мм; H=2000 мм;	PP	1	напорная емкость для подачи десорб. раствора на сорбцию рения

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
114	КС-303/1-3	-	колонна сорбционная	V=14,0 м³	D=1800 мм; H=6080 мм;	PP	3	для сорбции/десорбции рения
115	E-304	-	емкость	V=20,0 м³	D=2800 мм; H=3300 мм;	PP	1	для сбора маточного раствора после сорбции рения
116	H-305/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=50,0 м³/час	H=30 м	12X18H12M3TЛ	2	для перекачивания маточного раствора после сорбции рения
117	E-306	E-286	емкость	V=12,0 м³	D=2500 мм; H=2500 мм;	PP	1	для сбора раствора после промывки сорбента после сорбции/десорбции рения, дренаж смолы из колонн
118	H-307	-	агрегат электронасосный	Q=25,0 м³/час	H=23 м	12X18H9TЛ	1	для перекачивания раствора после сорбции/десорбции сорбента, возврат сорбента в колонны
119	P-310/1,2	-	реактор	V=20,0 м³	D=2800 мм; H=3300 мм; N=15 кВт	PP	2	прием и усреднение маточника после сорбции рения
120	H-311/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=23,5,0 м³/час	H=32 м	12X18H9TЛ	2	перекачивание маточника после сорбции рения
ЛИСТ 9 – СОРБЦИОННОЕ КОНЦЕНРИРОВАНИЕ РЕНИЯ И ОТГОНКА АММИАКА								
121	АТР-312	УОА-83	реактор отгонки	V=9,1 м³	Дкуб=2240 мм; H=5400 мм;	12X18H9TЛ	1	для отгонки аммиака из первичного десорбата рения
122	H-313/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=12,5 м³/час	H=32 м	12X18H12M3TЛ	2	перекачка первичного десорбата рения после отгонки аммиака

Продолжение таблицы 56

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
123	Е-319	Е-94	емкость	V=0,8 м³	D=1000 мм; H=1350 мм;	PP	1	расходная емкость для промывной воды
124	Н-320	-	агрегат электронасосный	Q=0,3 м³/час	P=0,4 МПа	12X18Н9ТЛ	1	для дозирования промывного раствора после сорбции или десорбции
125	Е-321	Е-67	емкость	V=2,7 м³	D=1500 мм; H=1500 мм;	PP	1	расходная емкость для десорбирующего раствора
126	Н-322	-	агрегат электронасосный	Q=0,13-0,15 м³/час	P=0,4 МПа	12X18Н9ТЛ	1	для дозирования десорбирующего раствора
127	Е-323	Е114	емкость	V=10,0 м³	D=2500 мм; H=2500 мм;	PP	1	расходная емкость для исходного раствора на сорбционное концентрирование рения
128	Н-324	-	агрегат электронасосный	Q=0,13-0,15 м³/час	P=0,4 МПа	12X18Н9ТЛ	1	дозирование исходного раствора на сорбционное концентрирование рения
129	Е-325	Е-50	емкость	V=2,7 м³	D=1500 мм; H=1500 мм;	PP	1	расходная для раствора для конверсии сорбента в SO4 форму
130	Н-326	-	агрегат электронасосный	Q=0,13-0,15 м³/час	P=0,4 МПа	12X18Н12М3ТЛ	1	дозирование раствора для промывки и конверсии сорбента в SO4 форму
131	Е-327	Е-63/1	емкость	V=2,7 м³	D=1500 мм; H=1500 мм;	PP	1	расходная для десорбирующего раствора

Продолжение таблицы 56

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
132	Н-328	-	агрегат электронасосный	Q=0,3 м³/час	P=0,4 МПа	12X18H9ТЛ	1	дозирование десорбирующего раствора
133	Е-329А	Р-288	емкость	V=2,7 м³	D=1500 мм; H=1500 мм;	РР	1	для приема отработанной промводы
134	Н-329Б	-	агрегат электронасосный	Q=3,0 м³/час	H=15 м	12X18H9ТЛ	1	перекачивание отработанной промводы
135	Е-330	Е-48	емкость	V=2,7 м³	D=1500 мм; H=1500 мм;	РР	1	для разгрузки сорбента
136	Н-331	-	агрегат электронасосный	Q=20 м³/час	H=18 м	12X18H9ТЛ	1	для перекачивания смоляной пульпы
137	Е-332	Е-46	емкость	V=2,7 м³	D=1500 мм; H=1500 мм;	РР	1	приемная для концентрированного десорбата рения
138	Н-333	-	агрегат электронасосный	Q=5,0 м³/час	H=20 м	12X18H9ТЛ	1	перекачивание концентрированного десорбата рения
139	Р-334	Р-39	реактор	V=20,0 м³	D=2800 мм; H=3300 мм; N=15 кВт	РР	1	сборник сточных вод
140	Н-335/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=110 м³/час	H=50 м	12X18H12M3ТЛ	2	перекачивание сточных вод в общезаводской зумпф
141	Е-336	Е-90	емкость	V=12 м³	D=2500 мм; H=2500 мм;	РР	1	сборник маточного раствора после сорбционного концентрирования рения

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
142	Н-337	-	агрегат электронасосный	Q=10 м ³ /час	Н=20 м	12X18Н12МЗТЛ	1	перекачивание маточного раствора после сорбционного концентрирования рения
143	КС-338/1- 3	К-102/1,2 К- 269	колонна сорбционная	V=0,492 м ³	D=500 мм; Н=2400 мм;	РР	3	сорбционное концентрирование рения
ЛИСТ 10 – ПОЛУЧЕНИЕ ТОВАРНОГО ПЕРРЕНАТА АММОНИЯ								
144	ВА-338/А	ВА-118	аппарат выпарной	V=1,0 м ³	D=1000 мм; Н=2190 мм;	РР	1	упаривание раствора перрената аммония после сорбционного концентрирования рения и отгонки аммиака
145	КР-339	КР-119	реактор- кристаллизатор	V=1,5 м ³	N=1,5 кВт	РР	1	кристаллизация черногого перрената аммония
146	ФН-340/А	ФН-120	нутч-фильтр	F=0,25 м ²	D=630 мм	РР	1	фильтрация кристаллов черногого перрената аммония
147	Н-340/Б	-	агрегат электронасосный	Q=3,0 м ³ /час	Н=25 м	РР, керамика	1	перекачивание маточника черновой кристаллизации перрената аммония
148	Р-341	Р-70	реактор	V=1,0 м ³	N=1,5 кВт	РР	1	для растворения черногого перрената аммония
149	Е-342	ТА-02	емкость	V=2,0 м ³	D=1400 мм, Н=1400 мм	РР	1	для сбора конденсата после упаривания черногого и товарного перрената аммония

Продолжение таблицы 56

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
150	Е-343	RL-1	ловушка	V=0,1 м ³		РР	1	для улавливания брызг и капель после конденсации ПГС
151	ТО-344	-	теплообменник	F=5,6 м ²			1	для конденсирования ПГС после упаривания и кристаллизации перрената
152	В-345	-	вентилятор	Q=0,08-0,2 м ³ /с	P=1150-800 Па, N=0,25 кВт	12X18H10T	1	для вывода ПГС из аппаратов упаривания и кристаллизации перрената
153	ПФ-346	ПФ-130	патронный фильтр	F=0,43 м ²	960x700x700	РР	1	для контрольной фильтрации после растворения черного перрената аммония
154	КР-347	КР-122	реактор- кристаллизатор	V=1,5 м ³	N=1,5 кВт	РР	1	для кристаллизации товарного перрената аммония
155	ВР-348	ВР-124	ресивер вакуумный	V= 0,1 м ³	D=500 мм; H=950 мм;	РР	1	для поддержания разряжения на нутч-фильтрах
156	ВА-349	ВА-245	аппарат выпарной	V= 1,0 м ³	D=1000 мм; H=2190 мм;	РР	1	для упаривания раствора после растворения черного перрената аммония
157	Н-350	-	агрегат мембранный пневматический	Q=0,07м ³ /час	P=6 бар	-	1	для подачи раствора чернового перрената на контрольную фильтрацию

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
158	ФН-351/А	ФН-247	нутч-фильтр	F=0,25 м ²	D=630 мм	РР	1	для фильтрации кристаллов товарного перрената аммония
159	Н-351/Б	-	агрегат электронасосный	Q=3,0 м ³ /час	H=25 м	РР, керамика	1	перекачивание маточника чистой кристаллизации перрената аммония
160	ВН-352	-	агрегат электронасосный вакуумный	Q=0,75 м ³ /мин	Рабс.= 0,04 МПа N= 7,5 кВт	чугун	1	создание разряжения на нутч- фильтрах
ЛИСТ 11 – СОРБЦИЯ СЕРЕБРА В НЕПОДВИЖНОМ СЛОЕ								
161	Е-353	Р-184	емкость	V=12,0 м ³	D=2500 мм H=2500 мм	РР	1	расходная для исходного раствора на сорбцию
162	Е-354	Е-85 (Е-502)	емкость	V=10,0 м ³	D=2200 мм H=2750 мм	РР	1	расходная для подачи десорбирующего раствора тиомочевина на десорбцию
163	Е-355	Е-137	емкость	V=6,0 м ³	D=2000 мм H=2000 мм	РР	1	расходная для подачи промывного раствора и раствора взрыхления
164	КС-356/1- 3		колонна сорбционная	V=14,0 м ³	D=1800 мм; H=6080 мм;	РР	3	для сорбции/десорбции серебра
165	Е-357		емкость	V= 20,0 м ³	D=2800 мм H=3300 мм	РР	1	для сбора маточного раствора после сорбции серебра
166	Н-358/1,2		агрегат электронасосный	Q=50,0 м ³ /ч	H=32 м	12X18H12M3TЛ	2	для перекачивания маточного раствора после сорбции серебра

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
167	Е-359/А	Р-163/2	емкость	V=12,0 м ³	D=2500 мм H=2500 мм	РР	1	для сбора раствора после промывки сорбента после сорбции/десорбции серебра, дренаж смолы из колонн
168	Н-359/Б		агрегат электронасосный	Q=20,0 м ³ /ч	H=18 м	12X18Н9ТЛ	1	для перекачивания маточного раствора после сорбции серебра
169	Е-360		емкость	V= 20,0 м ³	D=2800 мм H=3300 мм	РР	1	приемная для десорбата серебра
170	Н-361		агрегат электронасосный	Q=25,0 м ³ /ч	H=50 м	12X18Н12М3ТЛ	1	для перекачивания десорбата серебра
ЛИСТ 14 – ПОЛУЧЕНИЕ ЦИНКОВОГО КУПОРОСА								
171	Е-362	Е-287	емкость	V=6,0 м ³	D=2000 мм H=2000 мм	РР	1	приемная для маточника сорбции цинка
172	Н-363	-	агрегат электронасосный	Q=80 м ³ /ч	H=20 м	12X18Н12М3ТЛ	1	перекачивание маточника сорбции цинка
173	Е-364	Е-63/2	емкость	V=2,7 м ³	D=1500 мм H=1500 мм	РР	1	сборник промывного раствора/взрыхления, буфер для выгрузки сорбента
174	Н-365	-	агрегат электронасосный	Q=20 м ³ /ч	H=18 м	12X18Н12М3ТЛ	1	перекачивание промывного раствора/взрыхления, сорбента
175	Е-366	-	емкость	V=12,0 м ³	D=2500 мм H=2500 мм	РР	1	приемная для десорбата цинка
176	Н-367	-	агрегат электронасосный	Q=6,0 м ³ /ч	H=25 м	12X18Н12М3ТЛ	1	для перекачивания десорбата цинка

Продолжение таблицы 56

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
177	Е-368	Е-231	емкость	V=2,7 м ³	D=1500 мм Н=1500 мм	РР	1	напорная для подачи исходного раствора на сорбцию цинка
178	Р-369	Р-284	емкость	V=4,0 м ³	D=1600 мм Н=2800 мм	РР	1	напорный приготовления и подачи подачи промывного раствора/взрыхления на колонны
179	Е-370	Е-208/3	емкость	V=2,7 м ³	D=1500 мм Н=1500 мм	РР	1	напорная для подачи десорбирующего раствора на колонны
180	КС-371/1-3	-	колонна сорбционная	V=1,42 м ³	D=800 мм Н=3090 мм	РР	3	сорбция/десорбция цинка
181	ВА-372	-	выпарной аппарат	V= 3,5 м ³		ЭИ-943 (06ХН28МДТ)	1	для упаривания десорбата цинка
182	Р-373	-	реактор	V=0,5 м ³		ЭИ-943 (06ХН28МДТ)	1	для охлаждения упаренного раствора сульфата цинка
183	КБР-374	-	кристаллизатор	F=1,0 м ²	D=400 мм L=800 мм N=0,75 кВт, n=8-12 об/мин	РР, 12Х18Н10Т	1	для кристаллизации сульфата цинка
184	Х-375	-	весы	Q=2 т			1	для взвешивания контейнеров с цинковым купоросом
185	Е-376	Е-88	емкость	V= 6,0 м ³	D=2000 мм Н=2000 мм	12Х18Н10Т	1	для сбора конденсата после упаривания и охлаждения раствора цинкового купороса
186	ТО-377	-	теплообменник	F=5,6 м ²		12Х18Н12М3ТЛ	1	для охлаждения ПГС после упаривания цинкового купороса

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
187	Е-378	-	ресивер вакуумный	V= 0,5 м ³		РР	1	для улавливания брызг и капель при охлаждении ПГС после упаривания цинкового купороса
188	В-379	-	вентилятор	Q=0,08-0,2 м ³ /с	P=1150-800 Па, N=0,25 кВт	12X18H10T	1	для создания разряжения при упаривании цинкового купороса
189	Н-380	-	агрегат электронасосный	Q=6,3 м ³ /ч	H=32 м	12X18H12M3TЛ	1	для перекачивания конденсата в технологию
190	Е-381/1,2	-	емкость	V= 30,0 м ³	D=3400 мм H=3300 мм	РР	2	буферная для оборотной воды
191	Н-382/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=50,0 м ³ /ч	H=32 м		2	перекачивание оборотной воды в технологию
ЛИСТ 12 – СОРБЦИЯ МЕДИ В КАСКАДЕ ПАЧУКОВ								
192	Е-420	-	емкость	V=12,0 м ³	D=2500 мм H=2500 мм	РР	1	расходный для подачи исходного раствора на сорбцию меди
193	ПСП- 421/1,2	ПСС-38/1,2	пачук	V=29,0 м ³	D=2400 мм H=8270 мм	РР	2	буферные для сорбента, аварийной разгрузки колонн ПИК и брызгоулавливания СДК перед газоочисткой
194	ПСП- 421/3-7	ПСС-38/3, ПСС-55/1-4	пачук	V=29,0 м ³	D=2400 мм H=8270 мм	РР	5	для сорбции меди

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
195	P-422/1,2	-	реактор	V=20,0 м ³	D=2500 мм; H=2500 мм; N=7,5 кВт	PP	2	для аварийного улавливания и отстаивания сорбента
196	H-423/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=20,0 м ³ /ч	H=18 м	12X18H12M3TЛ	2	для перекачивания пульпы сорбента в пачуки и для откачивания маточника сорбции меди
197	P-424	P-289	реактор	V=6,0 м ³	D=2000 мм; H=2000 мм; N=4,0 кВт	PP	1	буфер для маточного раствора после сорбции меди
198	H-425/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=112,0 м ³ /ч	H=26 м; N=30 кВт	12X18H12M3TЛ	2	для перекачивания маточного раствора после сорбции меди
ЛИСТ 13 – ДЕСОРБЦИЯ МЕДИ В НЕПРЕРЫВНОМ РЕЖИМЕ								
199	E-418/1,2	-	емкость	V= 30,0 м ³	D=3400 мм H=3300 мм	PP	2	буферная для десорбирующего раствора меди (отработанного электролита)
200	H-419/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=112 м ³ /ч	H=26 м	12X18H12M3TЛ	2	перекачивание десорбирующего раствора меди (отработанного электролита)
201	E-426	-	емкость	V=12,0 м ³	D=2500 мм H=2500 мм	PP	1	буфер для раствора уносимого со смоляной пульпой после сорбции при отделении его на ленточном фильтре

Продолжение таблицы 56

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
202	Н-427/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=23,5 м ³ /ч	Н=32 м	12Х18Н12М3ТЛ	2	перекачивание раствора уносимого со смоляной пульпой после сорбции при отделении его на ленточном фильтре
203	Е-428	Е-61	емкость	V= 20,0 м ³	D=2800 мм H=3300 мм	РР	1	буферная для сбора товарного медного десорбата
204	Н-429/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=112 м ³ /ч	Н=41 м	12Х18Н12М3ТЛ	2	перекачивание товарного медного десорбата
205	Е-430	-	емкость	V=12,0 м ³	D=2500 мм H=2500 мм	РР	1	буфер для раствора уносимого со смоляной пульпой после промывки в КДС и отделении его на ленточном фильтре
206	Н-431/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=23,5 м ³ /ч	Н=32 м	12Х18Н12М3ТЛ	2	перекачивание раствора уносимого со смоляной пульпой после промывки в КДС и отделении его на ленточном фильтре
207	Е-432	-	емкость	V=12,0 м ³	D=2500 мм H=2500 мм	РР	1	буфер для промывного раствора после промывки сорбента на КДС
208	Н-433/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=23,5 м ³ /ч	Н=32 м	12Х18Н12М3ТЛ	2	перекачивание промывного раствора после промывки сорбента на КДС

Продолжение таблицы 56

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
209	Р-434	-	реактор	V=1,0 м ³	D=1000 мм; H=1200 мм; N=1,5 кВт	PP	1	прямоочная емкость
210	Н-435	-	агрегат электронасосный	Q=25 м ³ /ч	H=23 м	12X18H12M3TЛ	1	откачка из приемка
211	Е-436	Е-211	емкость	V=6,0 м ³	D=2000 мм H=2000 мм	PP	1	напорная расходная емкость для промывного раствора колонны КДС, отмывка сорбента от маточника сорбции
212	ЛФ-437	ЛФ-203	фильтр ленточный	F=4,0 м ²			1	отделение сорбента от маточника сорбции меди перед промывкой
213	ВР-438	-	ресивер вакуумный	V= 0,63 м ³		гуммированный	1	отвод фильтрата при отделении сорбента от раствора
214	Л-439	-	ловушка	V= 0,63 м ³		гуммированный	1	улавливание брызг при отделении сорбента от раствора
215	Е-440	Е-78/1	емкость	V=12,0 м ³	D=2500 мм H=2500 мм	PP	1	емкость напорная для десорбата меди
216	Е-441	Е-78/2	емкость	V=12,0 м ³	D=2500 мм H=2500 мм	PP	1	емкость напорная для десорбата меди
217	Е-442	-	емкость	V=12,0 м ³	D=2500 мм H=2500 мм	PP	1	емкость напорная для десорбата меди

Продолжение таблицы 56

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
218	Е-443	-	емкость	V=12,0 м ³	D=2500 мм H=2500 мм	РР	1	напорная расходная емкость для промывного раствора колонны КДС, отмывка сорбента от маточника сорбции
219	ЛФ-444	ЛФ-40	фильтр ленточный	F=4,0 м ²			1	отделение сорбента от маточника сорбции меди перед промывкой
220	ВР-445	-	ресивер вакуумный	V= 0,63 м ³		гуммированный	1	отвод фильтрата при отделении сорбента от раствора
221	Л-446	-	ловушка	V= 0,63 м ³		гуммированный	1	улавливание брызг при отделении сорбента от раствора
222	ВН-447/1,2	-	агрегат электронасосный вакуумный				2	создание разряжения на ленточных фильрах
223	КДС-451	К-58	колонна КДС	V=10,0 м ³	D=1500 мм H=6220 мм	РР	1	отмывка сорбента от маточника сорбции меди
224	ПИК-452/1-3	К-59/1-3	колонна ПИК	V=10,0 м ³	D=1500 мм H=6220 мм	РР	3	десорбция меди
225	КДС-453	К-60	колонна КДС	V=10,0 м ³	D=1500 мм H=6220 мм	РР	1	отмывка сорбента от маточника сорбции меди
226	ЛФ-464	ЛФ-57	фильтр ленточный	F=4,0 м ²			1	отделение сорбента от промывного раствора после десорбции

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
227	ВР-466	-	ресивер вакуумный	V= 0,63 м³		гуммированный	1	отфильтрата после отделения промывного раствора после десорбции
228	Л-467	-	ловушка	V= 0,63 м³		гуммированный	1	улавливание брызг при отделении сорбента от раствора после десорбции
ЛИСТ 15 – ПРИГОТОВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ								
229	Р-400	-	реактор	V=20,0 м³	D=2800 мм H=3300 мм N=15 кВт	12X18H12M3ТЛ	1	буферный для известкового молока
230	Н-401/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=25,0 м³ /ч	H=23 м	12X18H12M3ТЛ	2	перекачивание пульпы известкового молока
231	Е-402	-	емкость	V=12,0 м³	D=2500 мм H=2500 мм	12X18H9ТЛ	1	буферная для хранения 92%серной кислоты
232	Н-403/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=23,5 м³ /ч	H=32 м	12X18H9ТЛ	2	для перекачивания 92% серной кислоты на приготовление раствора
233	Е-409	Е-259	емкость	V=10,0 м³	D=2200 мм H=2750 мм	12X18H9ТЛ	1	буферная для хранения 56% азотной кислоты
234	Н-410	-	агрегат электронасосный	Q=25,0 м³ /ч	H=20 м	12X18H9ТЛ	1	для перекачивания 56% азотной кислоты на выщелачивание
235	Р-411	Р-131	реактор	V=12,0 м³	D=2500 мм H=2500 мм N=7,5 кВт	12X18H12M3ТЛ	1	приготовление десорбирующего серебро раствора тиомочевины

Продолжение таблицы 56

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
236	Н-412/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=23,5 м³/ч	Н=32 м	12X18Н12М3ТЛ	1	для перекачивания раствора тиомочевины на десорбцию серебра
237	Е-413	ТА-03	емкость	V=6,0 м³	D=2200 мм H=2800 мм	12X18Н9ТЛ	1	буферная для 95% серной кислоты
238	Н-414/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=10,0 м³/ч	Н=20 м	12X18Н12М3ТЛ	2	для перекачивания 95% серной кислоты
239	Р-415	Р-213	реактор	V=12,0 м³	D=2500 мм H=2500 мм N=7,5 кВт	РР	1	приготовление 15% раствора серной кислоты
240	Н-416/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=10,0 м³/ч	Н=20 м	12X18Н12М3ТЛ	2	перекачивание 15% раствора серной кислоты
241	Е-417	Е-35	емкость	V=2,7 м³	D=1500 мм H=1500 мм	12X18Н9ТЛ	1	напорная для дозирования 92% серной кислоты
242	Р-455	-	реактор	V=20,0 м³	D=2800 мм; H=3300 мм; N=15 кВт	12X18Н9ТЛ	1	приготовление раствора кальцинированной соды
243	Н-456	-	агрегат электронасосный	Q=23,5 м³/ч	Н=32 м	12X18Н9ТЛ	2	перекачивание раствора кальцинированной соды
244	Е-457	-	емкость	V=20,0 м³	D=2800 мм; H=3300 мм;	РР	1	буферная для хранения раствора кальцинированной соды
245	Н-458/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=23,5 м³/ч	Н=32 м	12X18Н9ТЛ	2	перекачивание раствора кальцинированной соды

Продолжение таблицы 56

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
246	Е-459/1,2	П-201/1,2	пачук	V=6,39 м ³	D=1500 мм H=4975 мм	PP	2	для приготовления раствора хлорида натрия
247	Е-460	-	емкость	V=20,0 м ³	D=2800 мм; H=3300 мм	PP	1	буферная для приготовления раствора хлорида натрия
248	Н-461/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=23,5 м ³ /ч	H=32 м	12X18Н12МЗТЛ	2	перекачивание раствора хлорида натрия
249	ПТ-462	-	кран подвесной				1	для транспортировки и подвешивания контейнеров с реагентами
ЛИСТ 16 – УЛАВЛИВАНИЕ АММИАКА, ПРИГОТОВЛЕНИЕ АММИАЧНОЙ ВОДЫ, ОЧИСТКА АММИАЧНЫХ СДУВОК								
250	АТН-314	СН-142	абсорбер насадочный	V _{куб.} части=8,36 м ³ F=13,0 м ²	D=1200 мм H=8000 мм	12X18Н9ТЛ, PP	1	для улавливания аммиака после его отгонки из десорбатов рения
251	Н-315/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=25,0 м ³ /ч	H=20 м	12X18Н9ТЛ	2	перекачивание раствора после улавливания аммиака
252	ТО-316	-	теплообменник	F=24,0 м ²		12X18Н9ТЛ	1	конденсация ПГС на улавливании аммиака
253	Р-317	Р-275	реактор	V=12,0 м ³	D=2500 мм H=2500 мм N=7,5 кВт	12X18Н9ТЛ	1	для приготовления и корректировки аммиачной воды
254	Н-318	-	агрегат электронасосный	Q=25,0 м ³ /ч	H=20 м	12X18Н9ТЛ	1	перекачивание аммиачной воды аммиачной воды

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
255	Е-406	-	емкость	V=12,0 м³	D=2500 мм Н=2500 мм	12X18Н9ТЛ	1	буферная для приема аммиачной воды
256	Н-407	-	агрегат электронасосный	Q=20 м³ /ч	Н=12,5 м	12X18Н9ТЛ	1	перекачивание аммиачной воды в технологию
257	Н-	-	агрегат электронасосный	Q=130л/мин	Н=19,0 м		1	прием аммиачной воды из контейнеров
ЛИСТ 17 – ОЧИСТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СДУВОК								
258	Р-250	-	реактор	V=1,0 м³	D=1000 мм; Н=1200 мм; N=1,5 кВт	РР	1	прямочная емкость отделения вскрытия черного концентрата
259	Н-251	-	агрегат электронасосный	Q=20 м³ /ч	Н=18 м	12X18Н9ТЛ	1	откачка из прямка
260	Р-308	-	реактор	V=1,0 м³	D=1000 мм; Н=1200 мм; N=1,5 кВт	РР	1	прямочная емкость отделения сорбции
261	Н-309	-	агрегат электронасосный	Q=20 м³ /ч	Н=18 м	12X18Н9ТЛ	1	откачка из прямка
262	СК-404	СП-144/2	скруббер	Q=1500м³/ч	V _{куб} =4,57 м³ Н=4520 мм	РР	1	для санитарного улавливания аммиачных сдувок раствором серной кислоты
263	Л-404/А	Л-146/2	ловушка	V=0,4 м³	D=800 мм Н=1300 мм	РР	1	для улавливания брызг и капель при санитарной очистке

Продолжение таблицы 56

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
264	Н-405/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=12,5 м ³ /ч	H=20 м	12X18H12M3TЛ	2	для создания орошения скруббера, перекачивание растворов после газоочистки
265	В-408/1,2	-	вентилятор	Q=5000м ³ /мин	P=150-200 мм вод. ст.	12X18H9TЛ	2	протягивание газов через систему газоочистки
266	СК-448/А	СП-144/4	скруббер	Q=3000м ³ /ч	V _{куб} части=8,35 м ³ H=4520 мм	РР	1	для санитарного улавливания сдувок отделения сорбции меди и цинка
267	Л-448/Б	Л-146/1	ловушка	V=0,4 м ³	D=800 мм H=1300 мм	РР	1	для улавливания брызг и капель при санитарной очистке
268	Н-449/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=23,5 м ³ /ч	H=32 м	12X18H12M3TЛ	2	для создания орошения скруббера, перекачивание растворов после газоочистки
269	В-450/1,2	-	вентилятор	Q=1500 м ³ /ч	P=15 кПа	12X18H9TЛ	2	создание протяжки ПГС через систему газоочистки
270	ВШ-454	-	вентшахта				1	для выброса очищенных газов в атмосферу
271	СК-468	СП-144/3	скруббер	Q=3000 м ³ /ч	V _{куб} части=8,35 м ³ H=4520 мм	РР	1	для санитарного улавливания сдувок отделения выщелачивания, получения железного купороса, перрената аммония и сорбции серебра

Продолжение таблицы 56

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
272	Н-469/1,2	-	агрегат электронасосный	Q=23,5 м³ /ч	H=32 м	12X18H12M3TЛ	2	для создания орошения скруббера, перекачивание растворов после газоочистки
273	Л-470	Л-146/3	ловушка	V=0,4 м³	D=800 мм H=1300 мм	PP	1	для улавливания брызг и капель при санитарной очистке
27 4	В-471/1,2	-	вентилятор	Q=1500 м³ /ч	P=15 кПа	12X18H9TЛ	2	создание протяжки ПГС через систему газоочистки
ЛИСТ 18 – ПОДГОТОВКА ЖЕЛЕЗНОГО СКРАПА								
275	Е-475/1,2	-	ванна	V=6,84 м³	1200x1500x3800	ЭИ-943 (06ХН28МДТ)	2	для отмывки железного скрапа
276	Р-476/1	Р-281	реактор	V=6,28 м³	D=2000 мм; H=2000 мм; N=4,0 кВт	PP	1	для приготовления раствора серной кислоты
277	Р-476/2	Е-257	реактор	V=6,28 м³	D=2000 мм; H=2000 мм; N=4,0 кВт	12X18H9TЛ	1	для приготовления содового раствора
278	Н-477/1	-	агрегат электронасосный	Q=10 м³ /ч	H=20 м		1	для перекачивания серной кислоты
279	Н-477/2	-	агрегат электронасосный	Q=10 м³ /ч	H=20 м		1	для перекачивания раствора соды
280	Л-478	-	ловушка	V=0,4 м³	D=800 мм H=1300 мм	PP	1	для улавливания брызг и капель
281	Р-479	-	реактор	V=1,0 м³		PP	1	приямок для освобождения ванн

Продолжение таблицы 56

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
282	Н-480	-	агрегат электронасосный	Q=20 м³/ч	Н=18 м		1	для перекачивания растворов из ванн
283	Р-481	-	реактор	V=6,0 м³		РР	1	для сбора промывных растворов
284	Н-482	-	агрегат электронасосный	Q=25,0 м³/ч	Н=23 м	12X18Н12МЗТЛ	1	для перекачивания растворов на утилизацию
285	В-483	-	вентилятор	Q=1100-1570 м³/ч	P=1080-1210 м³/ч	исполнение К	1	для удаления дыма от сварочного поста
286	СП-484	-	пост сварочный				1	для подготовки скрапа, нарезки металла
287	В-485	-	вентилятор	Q=1350 м³/мин	P=15 кПа	исполнение А	1	для аспирации оборудования
288	ТП-486	-	тельфер				1	для перемещения и установки патронов со скрапом
ЛИСТ 19 – ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГАЗАМИ								
289	Х-490	-	шкаф с рампой разрядный	количество баллонов - 2 шт	650x400x1800		1	
290	Х-491	-	пост газоразборный	кислородный	P=1,6 МПа		1	
291	Х-492	-	шкаф с рампой разрядный	количество баллонов - 2 шт	1200x600x1500		1	

Продолжение таблицы 56

№ п/п	Позиция РРМ	Адаптация	Характеристики				Количе ство	Назначение
			наименование	объем или производитель ность	габариты/напор/ мощность	материал		
29 2	X-493	-	пост газоразборный	горючего газа	P=0,3 МПа		1	
ОБЩЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ								
	-	НС-1,2	тележка гидравлическая				2	перемещение грузов
	-	-	шнековый транспортёр				2	транспортирование материалов
	-	-	подъемник умелец				1	подъем грузов
	-	-	кран мостовой однобалочный подвесной				1	перемещение грузов
	-	-	кран мостовой однобалочный подвесной				3	перемещение грузов
	-	-	кран мостовой однобалочный подвесной				1	перемещение грузов
	-	-	кран мостовой однобалочный подвесной				1	перемещение грузов
	-	-	кран мостовой однобалочный подвесной				1	перемещение грузов
	-	-	кран мостовой однобалочный подвесной				2	перемещение грузов

8 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА И ОХРАНЕ ТРУДА

Данный технологический процесс связан с рядом опасных и вредных производственных факторов, которые могут оказать вредное воздействие на работающих, а также явиться причиной несчастных случаев.

К этим факторам относятся:

- возможность отравление парами аммиака и др. опасных химических веществ;
- возможность получения механических травм из-за наличия вращающихся механизмов, движущихся машин и грузоподъемных механизмов.
- получение термических ожогов от горячих теплоносителей (греющего пара, горячей воды) в случае разгерметизации емкостей, сборников, нарушения герметичности коммуникаций;
- получение термических ожогов при разрыве и пропусках паропроводов и конденсаторов;
- возможность поражения электрическим током;
- и пр.

Проектирование производства должно осуществляться в соответствие с утвержденными Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности "Правила безопасности химически опасных производственных объектов", приказ от 21 ноября 2013 г. N 559.

Также следует руководствоваться при проектировании следующим документом: СанПиН 2.6.1.2800-10 «Гигиенические требования по облучению населения, за счет природных источников ионизирующего излучения» устанавливают общие требования по обеспечению радиационной безопасности населения при воздействии природных источников ионизирующего излучения в производственных, коммунальных условиях и быту.

При проектировании следует учитывать, что газообразный аммиак является высокотоксичным, пожаро- и взрывоопасным веществом. Аммиак образует взрывоопасные смеси с воздухом и кислородом; так, при комнатной температуре и

атмосферном давлении взрываются смеси содержащие: 14,5-26,8% объемных NH_3 , остальное воздух. При повышении температуры эти пределы расширяются. Температура вспышки воздушно-аммиачных смесей, содержащих от 9 до 57% об., около 1000 °С.

Смеси аммиака с воздухом относятся к категории 1, т.е. взрыв смеси NH_3 с воздухом передается через зазор шириной более 1 мм (при общей длине зазора 10 мм.).

Баковое оборудование должно быть сконструировано и изготовлено полностью герметичным. Крышки емкостей и реакторов устанавливаются через резиновые прокладки, все датчики приборов и другие устройства крепятся к крышкам через фланцевые соединения, также с прокладками. Смотровые люки, небольшие по размеру, должны быть закрыты и уплотнены резиновыми прокладками. Пространство над раствором, в баковом оборудовании, должно соединяться с атмосферой при работе только через вентиляцию, с предварительной очисткой.

Во избежание переливов кислот, кислых и щелочных растворов, все напорные баки, там, где это необходимо, должны быть оборудованы переливами, а также сигнализацией аварийного уровня и блокировками. Пробоотбор из баковой и другой аппаратуры должен вестись без разгерметизации оборудования, пробоотборниками, т.е. вентилями и кранами, врезанными в трубопроводы, или люки аппаратов. Проба отбирается во время откачки раствора в другую емкость или закачки раствора.

Емкости кислот устанавливаются в металлические поддоны, на случай разгерметизации оборудования или перелива.

Различные газы от всего оборудования объединяются в соответствии со своими химическими и токсическими свойствами в отдельные вентсистемы, работа которых должна периодически контролироваться по производительности и по эффективности отсоса, т.е. на рабочем месте должна быть всегда нормальная санитарная обстановка.

Все перекачки реагентов и агрессивных растворов выполняются бессальниковыми насосами с магнитной муфтой или с торцевым уплотнением.

Полное отсутствие сальниковых насосов исключает загрязнение растворов и реагентов, а также попадание их в окружающую среду при поломках и протечках сальниковых устройств.

В технологической схеме горячие трубопроводы (пара) должны быть заизолированы, трубопроводы воды, кислот и агрессивных растворов окрашены в сигнальные цвета в соответствии с ГОСТ 14202-69*. В данной технологии используются значительные объемы агрессивных веществ, кислот и растворов, поэтому главную опасность при работе с ними составляет возможность попадания этих веществ в глаза и неконтролируемые разливы, которые могут привести к поражению больших участков кожных покровов и поражению органов дыхания.

Для промывки глаз, в цехе в различных местах должны быть оборудованы несколько вертикальных фонтанчиков с водой, температуру которых можно регулировать.

Если аппаратчик по какой-либо причине обольется кислотой или агрессивным химическим раствором, он должен максимально быстро раздеться и обдаться водой из аварийного душа, затем все тщательно смыть, после этого, не вытираясь и не растираясь чем-либо, укутаться в теплое покрывало (пальто), после этого он должен быть доставлен в медицинское учреждение (больницу, ожоговый центр).

Таких аварийных душей в цехе должно быть несколько, обязательно на каждой отметке (этаже) и, если этаж большой, то несколько на этаже.

К фонтанчикам для глаз и аварийным душам в цехе должны быть свободные проходы, они должны устанавливаться в таком месте, чтобы были максимально видны из любого уголка производственной зоны.

Так как в любом химическом производстве существует много электрооборудования, то большую и реальную опасность представляет собой поражение обслуживающего персонала электрическим током. Это может случиться вследствие плохого заземления оборудования или его отсутствия, при неисправности электрооборудования, при несоблюдении правил охраны труда, при попытках обслуживающего персонала проводить самостоятельно ремонт оборудования без его полного отключения. Эти случаи должны быть полностью

исключены при работе персонала в соответствии с инструкциями по обслуживанию и инструкциями по охране труда и ТБ.

На установке должны быть предусмотрены надежные контуры заземления, расположенные по периметру рабочей зоны. Силовые шкафы, пульпы управления, панели сигнализации и т.д. должны быть расположены в местах, исключающих попадание в них влаги и технологических растворов при переливах и других аварийных ситуациях. Основным же вредным истораживающим фактором в проектируемом производстве являются те химические вещества, реагенты и технологические растворы, с которыми придется работать обслуживающему персоналу.

Весь обслуживающий персонал должен хорошо знать физико-химические и токсикологические характеристики тех веществ, с которыми ему придется работать и первую помощь при поражении этими веществами.

В соответствии с "Общими правилами" на предприятии должны быть составлены и утверждены в установленном порядке следующие инструкции:

- технологические;
- рабочие по месту работы обслуживающего персонала;
- по безопасности труда для рабочих каждой профессии;
- по ремонту и обслуживанию технологического оборудования;
- по пожарной безопасности.

При разработке и утверждении обязательных инструкций (технологических, по технике безопасности для рабочих каждой профессии, по ремонту и очистке оборудования и сооружений, по пожарной безопасности, должностные инструкции для инженерно-технических работников) должны быть отражены все специфические особенности производства.

Содержание производственных помещений и противопожарного оборудования производится по «Типовым правилам пожарной безопасности для промышленных предприятий».

Большинство несчастных случаев на гидрометаллургическом производстве происходит из-за нарушения правил техники безопасности. Основные причины состоят в следующем:

- низкая квалификация и недостаточное знание безопасных методов работы на рабочем месте;
- неосторожное обращение с растворами кислот и щелочей;
- неисправность электрооборудования и отсутствие средств индивидуальной защиты;
- нарушение правил безопасности при обслуживании и ремонте механизмов и оборудования, чистке и уборке во время работающего оборудования;
- нарушение правил безопасности при погрузочно-разгрузочных работах.

В ряде случаев действующие цеховые инструкции по технике безопасности не отражают существующей опасности при производстве работ, например, использование опасных реагентов, находящихся в стеклянных бутылках, для приготовления реагентов в промышленном цикле производства. В связи с этим, при освоении новых процессов и эксплуатации существующих производств, инструкции должны периодически обсуждаться на технических совещаниях с целью определения рисков и внесения в инструкции мероприятий по предотвращению возможных несчастных случаев.

8.1 Физико-химические и токсикологические свойства основных реагентов и первая помощь при поражении этими веществами

8.1.1 Серная кислота (техн., Ч.) H_2SO_4

Маслянистая тяжелая жидкость, обладает сильным сульфатирующим, водоотнимающим и окислительным свойствами, очень гигроскопична и практически нелетуча.

Плотность – 1825 кг/м³, концентрация 92,5% или 1680 г/л по H_2SO_4

Температура кипения = 338 °С

Температура замерзания = -35 °С

Токсичность: оказывает общетоксическое, раздражающее действие, в виду очень низкого парциального давления паров, запах кислоты ощущается слабо.

Серная кислота вызывает раздражающее действие при ингаляционном воздействии, уже при концентрации тумана H_2SO_4 0,001 мг/л. У здоровых людей рефлекторное изменение дыхания отмечалось при $0,00035 \div 0,005$ мг/л. При попадании на кожу вызывает сильное раздражающее и прижигающее действие, образуется химический ожог. Смертельная доза при попадании внутрь для человека составляет $5 \div 10$ мл.

Гигиенические нормативы. Для воздуха рабочей зоны $\text{ПДК}_{\text{р.з.}} = 1,0$ мг/м³, аэрозоль, класс опасности 2, для атмосферного воздуха $\text{ПДК}_{\text{м.р.}} = 0,3$ мг/м³; $\text{ПДК}_{\text{сс}} = 0,1$ мг/м³.

Класс опасности – II.

Первая помощь: при попадании в глаза, обильное промывание водой, впустить по 1 капле 2 % раствора новокаина или 0,5 % раствора дикаина, с последующим введением стерильного вазелинового масла. При раздражении дыхательных путей – свежий воздух, ингаляция содового раствора, вдыхание паров этилового спирта. При попадании на кожу или слизистые оболочки – немедленное обильное промывание водой, затем накладка повязки с $2 \div 3$ % пищевой соды.

8.1.2 Аммиачная вода $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Раствор аммиака не 25 % в воде, жидкость с резким характерным запахом. Высокие концентрации > 500 мг/м³ вызывают слезотечение и боль в глазах. Взрывоопасен, в смеси с воздухом, в пределах $13,5 \div 27$ % объемных по аммиаку, смесь может взорваться.

Токсическое действие аммиака: раздражение ощущается уже при 100 мг/м³, наименьшая концентрация, вызывающая немедленное раздражение в горле 280 мг/м³, раздражение и сильная резь в глазах - 490 мг/м³, вызывает кашель – 1200 мг/м³, 250 мг/м³ – можно с трудом выдерживать в течение 1 часа. Концентрации аммиака $350 \div 700$ мг/м³ при длительном воздействии опасны для жизни. Аммиак не вызывает хронических отравлений!

Запах в воде ощущается при концентрации 0,037 мг/л, привкус при $5 \div 10$ мг/л.

Попадание аммиачной воды на кожу может вызвать ожог с образованием пузырей, попадание аммиачной воды в глаза может привести к полной слепоте.

Первая помощь: при попадании брызг NH_4OH в глаза немедленно обильное промывание широко раскрытого глаза водой, затем 0,5 ÷ 1 % раствором квасцов; вазелиновое или оливковое масло. При поражении кожи обильное обмывание чистой водой, примочки из 5 % раствора уксусной, лимонной или соляной кислот. При отравлении через дыхательные пути – свежий воздух, вдыхание теплых водяных паров с уксусом. Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны ~ 20 мг/м³.

Гигиенические нормативы: для воздуха рабочей зоны установлена предельно допустимая концентрация хлорида аммония на уровне $\text{ПДК}_{\text{р.з.}} = 10 \text{ мг/м}^3$. Агрегатное состояние аэрозоль. Класс опасности 3. Для атмосферного воздуха временная допустимая концентрация роданида аммония на уровне $\text{ВДК}_{\text{а.в.}} = 0,05 \text{ мг/м}^3$. Допустимое содержание NH_3 в сточных водах, используемых для орошения в сельском хозяйстве – 150 мг/м³.

Класс опасности III.

8.1.3 Известняк кусковой

Карбонат кальция представляет собой твердые кристаллы белого цвета, практически нерастворимые в воде. Температура плавления – 1242°C. Кальцит – минерал из которого состоит известняк обладает тригональной кристаллической структурой. При прокаливании разлагается на образующие его оксиды.

Химический состав выражается формулой – CaCO_3 . Молярная масса – 100 г/моль.

Токсичность: Выделяющаяся при дроблении известняка пыль не является токсичной..

Предельно допустимая концентрация известняка в воздухе рабочей зоны производственных помещений - 6 мг/м³.

Класс опасности - V.

8.1.4 Натрия карбонат

Натрия карбонат (кальцинированная сода, углекислый натрий Na_2CO_3)- бесцветные кристаллы, температура плавления 851 °C, плотность 2,53 г/см³. Растворимость в воде 17,8%. Пыль соды вызывает раздражающее действие на

дыхательные пути, слизистую оболочку носа, глаза, конъюнктивит, прободение носовой перегородки, тошноту, рвоту, раздражение кожи, экзему, язвы рук, запястий.

ОБУВ - 0,04 мг/м³.

Первая помощь: При попадании на кожу – обмывание пораженного участка кожи сильной струей воды, затем делаются примочки из 5% раствора уксусной, лимонной или соляной кислоты, если чувствуется жжение и зуд.

При попадании в глаза - тщательное, немедленное промывание струей воды или физиологическим раствором NaCl в течение 10÷30 минут, затем закапать 2% раствор новокаина или 0,5% раствор дикаина. После этого сразу же отправить на глазной травмопункт. Промывание глаз следует повторить несколько раз.

8.1.5 Азотная кислота (HNO_3)

Бесцветная жидкость с резким запахом; температура плавления – 41,6°C, кипения 82,6 °C, плотность 1,35-1,36 г/см³, концентрация 753 – 783 г/л. Смешивается с водой во всех соотношениях с выделением тепла. Весьма гигроскопична. Сильно дымит на воздухе, выделяя пятиокись азота, которая образует с влагой воздуха туман, на свету разлагается с выделением кислорода и двуокиси азота. Сильный окислитель. Солома, опилки и другие органические материалы (иногда одежда), облитые кислотой воспламеняются. Спирт и скипидар в соединении с кислотой взрываются. Пары чистой азотной кислоты (окислов азота) раздражают верхние дыхательные пути, кроме того могут вызвать разрушение зубов, конъюнктивиты и поражения роговицы глаза. Концентрированная азотная кислота вызывает тяжелые ожоги, растворы могут быть причиной экземы. Вдыхание воздуха с парами азотной кислоты и окислов азота, с концентрацией ~1500 мг/м³, в течение 15 мин. может привести к острому отравлению.

Предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе, не оказывающая на человека прямого или косвенного вредного действия при неопределенно долгом (годы) воздействии (ПДК_{сс}) – 0,15 мг/м³.

Предельно допустимая разовая концентрация химического вещества в воздухе, не вызывающая рефлекторных реакций в организме человека, при вдыхании в течение 30 мин. (ПДК_{м.р}) – 0,4 мг/м³.

Класс опасности – III (умеренно опасное вещество).

8.1.6 Тиомочевина («ч»)

Тиомочевина представляет собой блестящие белые ромбические кристаллы горького вкуса, хорошо растворима в воде и растворима при нагревании в спирте.

Полное название этого вещества – диамид тиюгольной кислоты. Эмпирическая формула: CH₄N₂S.

Плотность кристаллов предельно невысокая – 1,405 г/см³. Это вещество способно плавиться, но только при температуре 176°C. При повышении температуры до 200 °C тиомочевина начинает разлагаться, выделяя канцерогенные вещества.

Гигиенические нормативы: Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны тиомочевины - 0,3 мг/м³. ПДК в воде 0,03 мг/л, класс опасности по воде 2

Класс опасности: II

Горюче. В огне выделяют раздражающие или токсичные пары (или газы).

Вызывает покраснение глаз. При вдыхании вызывает кашель.

Первая помощь: при попадании в глаза немедленно обильное промывание широко раскрытого глаза водой в течении нескольких минут. После этого сразу же отправить на глазной травмопункт.

При попадании на кожу ополоснуть и затем промыть кожу водой с мылом. Обратиться за медицинской помощью.

8.1.7 Хлорид натрия (соль каменная)

Хлорид натрия - натриевая соль соляной кислоты. Известен в быту под названием поваренной соли, основным компонентом которой и является. Чистый хлорид натрия представляет собой бесцветные кристаллы, но с различными примесями его цвет может принимать голубой, фиолетовый, розовый, жёлтый или серый оттенок.

Плавится и кипит без разложения. Умеренно растворяется в воде (не гидролизует), растворимость не зависит от температуры, но сильно снижается в присутствии HCl, NaOH, хлоридов металла.

Плотность 2,165 г/см³

Не горючее вещество. Не представляет опасности для здоровья, не требует мер предосторожности

При работе по данной технологии обслуживающему персоналу следует неукоснительно соблюдать личную гигиену труда, своевременно менять спецодежду, работать только при наличии индивидуальных средств защиты, по окончании работы обязателен прием душа.

Категорически запрещено работать с агрессивными растворами, кислотами и щелочами вне зоны действия вытяжной вентиляции. Все работы с такими растворами проводятся только при наличии у аппаратчика защитных очков, резиновых перчаток, спецодежды, чепчика на голове, в прорезиненных нарукавниках и фартуке, если в этом есть необходимость.

При работе с пылящими веществами необходимо применить респиратор ШБ-1 «Лепесток» по ГОСТ 12.4.028-76. При аварийных разливах кислот, особенно плавиковой, азотной уборка производится только с включенной аварийной вентиляцией (вытяжкой) в противогазах с желтой коробкой марки «В» (на кислые пары) или с красной коробкой марки «М» (универсальная), при разливе аммиачной воды пользоваться серой коробкой марки «КД» или серой с вертикальной белой полосой.

8.2 Общие правила техники безопасности

Основными требованиями, обеспечивающими безопасность работ, является строгое соблюдение норм технологического режима, выполнение требований технологического регламента, инструкций по рабочим местам, а также инструкций по охране труда, промышленной безопасности и пожарной безопасности, инструкций по отдельным видам работ.

Для взрывопожароопасных объектов должны иметься планы ликвидации

аварийных ситуаций (ПЛАС), в которых предусматриваются действия персонала по ликвидации аварийных ситуаций и предупреждению аварий, а также технические системы и средства используемые при этом.

Перед приемом на работу, а затем периодически, персонал должен подвергаться медицинскому освидетельствованию.

К работе могут быть допущены только лица, прошедшие профессионально-техническую подготовку по специальности, изучившие инструкции по рабочему месту, по аварийной обстановке в соответствии с ПЛАС и сдавшие соответствующие экзамены по данному рабочему месту.

Все работающие на производстве, обязаны:

- знать и строго соблюдать «План локализации аварийных ситуаций участка», «Общепроизводственную инструкцию по охране труда, промышленной безопасности», регламент производства;

- знать токсические свойства обращающихся в технологическом процессе продуктов;

- знать места размещения аварийных шкафов с противогазами и противопожарного инвентаря; места размещения аптечек; знать правила их применения;

- уметь оказать первую медицинскую помощь при отравлениях, ожогах, при поражении электрическим током и механических травмах;

- знать номера телефонов экстренных вызовов медицинской службы, пожарной части, газоспасательной службы;

- знать и соблюдать маршруты движения по территории предприятия;

работать только в исправной спецодежде, предусмотренной нормами, — иметь при себе индивидуальные средства защиты, уметь ими пользоваться.

Весь обслуживающий персонал во время работы должен иметь необходимые защитные средства полагающуюся по нормам спецодежду, защитную каску, защитные очки, респиратор.

Комплекты аварийных противогазов, спецодежды, должны храниться в местах, доступных в случае возникновения аварии.

Для управления технологическим процессом и создания безопасных условий труда должны быть постоянно в эксплуатации схемы автоматического регулирования, защиты и сигнализации.

Все агрегаты должны быть оборудованы контрольно-измерительными приборами.

Обязательными мерами безопасности ведения технологического процесса являются:

- обеспечение герметичности напорных емкостей, сборников и реакторов, трубопроводов пара, конденсата и технологических сред;

- наличие теплоизоляции на оборудовании с температурой поверхности более 45°C;

- наличие ограждений всех движущихся и вращающихся частей машин и механизмов;

- наличие защитных кожухов на всех фланцевых соединениях трубопроводов с кислотами, трубопроводов пара и конденсата;

Все ремонтные электро- и газосварочные работы, другие работы, связанные с применением открытого огня, должны производиться только по специальному письменному разрешению уполномоченных лиц.

Обслуживание электрооборудования должен производить только специально подготовленный персонал, имеющий соответствующий допуск.

При работе с электрооборудованием, находящимся под током, применяются индивидуальные средства защиты (диэлектрические перчатки, галоши, коврики).

На все виды оборудования должны быть инструкции заводов-изготовителей по их безопасной эксплуатации.

Оборудование, работающее с автоматическим включением и отключением должно иметь предупредительные плакаты: «Осторожно! Работает в автоматике, включается без сигнала!» Плакаты вывешиваются с двух сторон каждого вида оборудования и через 10 – 20 м. на транспортных механизмах.

При ревизии или ремонте оборудование должно быть отключено от всех источников энергии (электричество, пар, вода и т.д.). В местах включения энергии

должны быть вывешены таблички: «Не включать! Работают люди!».

Все электрооборудование должно быть заземлено.

Запрещается работать при неисправном заземлении электрооборудования и аппаратуры.

Все производственные, вспомогательные и служебные помещения должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения в соответствии с «Правилами пожарной безопасности Российской Федерации» ППБ 01-03.

Все средства пожаротушения, пожарное оборудование и инвентарь должны содержаться в исправном состоянии и находиться на видных местах, к ним должен быть обеспечен свободный доступ.

Места расположения противопожарного оборудования и инвентаря должны быть согласованы с местной пожарной охраной.

Использование пожарного оборудования и инвентаря не по прямому назначению запрещается.

Для курения должны быть предусмотрены специальные места, согласованные с пожарной частью и оборудованные урнами с водой и средствами пожаротушения. На территории производства и в рабочих помещениях курение запрещается.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Графическая часть

PPM.0218.00.00.000 – ТС, лист 1-4 – принципиальная технологическая схема переработки черновых концентратов из руд текущей добычи Жезказганского месторождения;

PPM.0218.00.00.000 – ТС, лист 1 – выщелачивание, абсорбция нитрозных газов, газоочистка, формат А4х4;

PPM.0218.00.00.000 – ТС, лист 2 – сорбция рения, сорбционное концентрирование рения, получение товарного перрената аммония, формат А4х5;

PPM.0218.00.00.000 – ТС, лист 3 – сорбция серебра, электролиз серебра, сорбция меди, формат А4х4;

PPM.0218.00.00.000 – ТС, лист 4 – получение железного купороса, сорбция цинка, получение цинкового купороса, формат А4х5;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – АТС, лист 1 – Приготовление пульпы ЧМК. Подготовка поверхности минералов, формат А4х5;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – АТС, лист 2 – Декарбонизация пульпы, выщелачивание ЧМК, формат А4х4;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – АТС, лист 3 – Абсорбция нитрозных газов, формат А4х6;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – АТС, лист 4 – Осаждение и фильтрация железогипсового кека, формат А4х4;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – АТС, лист 5 – Получение раствора железного купороса, формат А4х6;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – АТС, лист 6 – Упаривание раствора железного купороса, формат А4х4;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – АТС, лист 7 – Кристаллизация и получение товарного железного купороса, формат А4х4;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – АТС, лист 8 – Сорбционное выделение рения, формат А4х4;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – АТС, лист 9 – Сорбционное концентрирование рения и отгонка аммиака, формат А4х5;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – АТС, лист 10 – Получение товарного перрената аммония, формат А4х3;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – АТС, лист 11 – Сорбция серебра в неподвижном слое, формат А4х4;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – АТС, лист 12 – Сорбция меди в каскаде пачуков, формат А4х4;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – АТС, лист 13 – Десорбция меди в непрерывном режиме, формат А4х6;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – АТС, лист 14 – Получение цинкового купороса, формат А4х5;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – АТС, лист 15 – Приготовление технологических растворов, формат А4х6;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – АТС, лист 16 – Улавливание аммиака, приготовление аммиачной воды, очистка аммиачных сдувок, формат А4х4;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – АТС, лист 17 – Очистка технологических сдувок, формат А4х5;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – АТС, лист 18 – Подготовка железного скрапа, формат А4х3;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – АТС, лист 19 – Обеспечение газами, формат А4х3;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – К, лист 1 – План расположения оборудования корпуса 1 отделение 3. План на отм. 0,000, формат А1;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – К, лист 2 – План расположения оборудования корпус 1 отделение 3. План на отм. 2.700, формат А1;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – К, лист 3 – План расположения оборудования корпус 1 отделение 3. План на отм. 6.000, формат А1;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – К, лист 4 – План расположения оборудования корпус 1 отделение 3. План на отм. 12.000, формат А1;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – К, лист 5 – План расположения оборудования корпус 1 отделение 3. Разрезы 1-1, 2-2, формат А1;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – К, лист 5 – План расположения оборудования корпус 1 отделение 3. Разрезы 1-1, 2-2, формат А1;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – К, лист 6 – Чертеж расположения оборудования корпус 1 отделение 3. Разрезы 3-3, 4-4, формат А1;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – К, лист 7 – Чертеж расположения оборудования отделение 2 корпуса 1. План на отм. 0.000, формат А1;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – К, лист 8 – Чертеж расположения оборудования отделение 2 корпуса 1. План на отм. 2.700, формат А1;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – К, лист 9 – Чертеж расположения оборудования отделение 2 корпуса 1. План на отм. 6.000, формат А1;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – К, лист 10 – Чертеж расположения оборудования отделение 2 корпуса 1. План на отм. 8.700, формат А1;

Черт. PPM.0218.00.00.000 – К, лист 11 – Чертеж расположения оборудования отделение 2 корпуса 1. Разрез 1-1, формат А2.