

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ТОО «КазГидроМедь»

А.Б. Юн

2017 года



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ V (дополненный) - 1

на технологию комплексной переработки черновых концентратов из руд
текущей добычи Жезказганского месторождения
на опытном гидromеталлургическом заводе производительностью 5,5 т/ч
(по черновому концентрату)

Разработал:

Зав. исследовательской лабораторией
НИЦИТ ТОО «КазГидроМедь»

Захарьян С.В.

Караганда, 2017

Технологический регламент на проектирование разработан в соответствии с действующими нормами и правилами и предусматривает мероприятия, обеспечивающие взрывную, взрывопожарную и пожарную безопасность при эксплуатации здания (сооружения), а также соответствует требованиям экологических и санитарно-гигиенических норм и правил.

Вся документация разработана в соответствии с утвержденным Техническим заданием на выполнение технологического регламента на проектирование на основании договора с Заказчиком.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	7
1 КРАТКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	9
1.1 <i>Обзор выполненных исследований</i>	9
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	12
2.1 <i>Исходные данные, режим работы</i>	12
2.2 <i>Характеристика производимой продукции</i>	13
2.3 <i>Характеристика сырья, реагентов и энергоресурсов</i>	15
2.4 <i>Физико-химические свойства сырья, промежуточных и конечных продуктов</i>	20
2.5 <i>Физико-химические основы процесса</i>	21
2.6 <i>Мощность производства</i>	28
3 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И АППАРАТУРНОЙ СХЕМЫ ПРОИЗВОДСТВА	30
3.1 <i>Описание технологической схемы</i>	31
4 ОПИСАНИЕ АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ	33
4.1 <i>Декарбонизация пульпы ЧМК. Выщелачивание. Абсорбция нитрозных газов.</i>	33
4.2 <i>Осаждение и фильтрация железо-гипсового кека</i>	38
4.3 <i>Получение раствора железного купороса</i>	40
4.4 <i>Упаривание раствора железного купороса</i>	41
4.5 <i>Кристаллизация и получение товарного железного купороса</i>	42
4.6 <i>Кристаллизация и получение товарного железного купороса</i>	43
4.7 <i>Сорбционное выделение рения</i>	44
4.8 <i>Отгонка аммиака. Сорбционное концентрирование рения</i>	47
4.9 <i>Получение товарного перрената аммония</i>	50
4.10 <i>Сорбция серебра</i>	52
4.11 <i>Электролиз серебра</i>	54
4.12 <i>Сорбция меди в каскаде пачуков</i>	56
4.13 <i>Десорбция меди в непрерывном режиме</i>	58
4.14 <i>Электролиз меди</i>	61
4.15 <i>Получение цинкового купороса</i>	62
4.16 <i>Приготовление технологических растворов</i>	66
4.17 <i>Улавливание аммиака, приготовление аммиачной воды</i>	69
4.18 <i>Очистка технологических сдувок</i>	69
4.18 <i>Подготовка железного скрапа</i>	72
5 МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС ПРОИЗВОДСТВА	74
6 НОРМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА НА ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ УСТАНОВКЕ	102
7 ВЫБОР ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИНЯТЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ	112
8 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ	135
9 АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ НА ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ УСТАНОВКЕ	136
10 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА, ИХ ПЕРЕРАБОТКА	

И УТИЛИЗАЦИЯ	153
<i>10.1 Характеристика отходов азотнокислого выщелачивания</i>	153
<i>10.2 Характеристика отходов сорбционного выделения рения, меди и серебра</i>	154
<i>10.3 Характеристика отходов электролитического осаждения меди</i>	154
<i>10.4 Характеристика отходов цеха очистки сбросных растворов</i>	155
Приложение 1	
Приложение 2	

Основные термины и сокращения, применяемые в тексте пояснительной записки

Разработчик технологии – «Научно-исследовательский центр инновационных технологий» (НИЦИТ) ТОО «КазГидроМедь».

ОПУ – опытно промышленная установка

Ионный обмен – избирательное извлечение ионов из растворов электролитов (где извлекаемые вещества могут содержаться в незначительных количествах)

Иониты – твердые, нерастворимые в воде (в кислых, щелочных, солевых, а также органических растворителях) природные или искусственные материалы способные к ионному обмену; разновидностью ионитов являются синтезированные ионообменные органические смолы.

ПОЕ – полная обменная емкость, характеризует максимальное количество ионов, которое может быть поглощено смолой при ее насыщении; это постоянная величина

СОЕ – статическая (равновесная) обменная емкость; емкость смолы при достижении равновесия в статических условиях с раствором определенного объема и состава; это переменная величина

ДОЕ – динамическая (рабочая) обменная емкость; количество ионов, поглощённое смолой при фильтрации раствора через слой смолы до достижения «проскока»

Изотерма ионного обмена – графическое выражение функциональной зависимости между количеством вещества поглощенного сорбентом и концентрацией этого вещества в растворе при данной температуре и наступлении сорбционного равновесия.

ВВЕДЕНИЕ

Работа выполнена в соответствии с Контрактом № Д-1510-1909А2-021537 от 30.04.2015 года.

Настоящий регламент на проектирование составлен в соответствии с «Технологическим регламентом V на технологию комплексной переработки бедных сульфидных руд Жезказганского месторождения (азотнокислородное выщелачивание)», который был разработан для переработки 12,0 млн. тонн/год бедных сульфидных руд с содержанием меди 0,51 %».

Исследовательской лабораторией «Научно-исследовательского центра инновационных технологий» (НИЦИТ) ТОО «КазГидроМедь» в 2014 году разработана комбинированная флотационно-гидрометаллургическая технология комплексной переработки бедных сульфидных руд Жезказганского месторождения, включающая хлорирующий обжиг черного концентрата в шахтной печи с каскадом наклонных решеток и последующее выщелачивание огарка с применением серной кислоты.

С целью упрощения технологической схемы, аппаратного оформления и снижения капитальных затрат проведены дополнительные исследования по поиску способа переработки сульфидного сырья, позволяющего исключить из технологической схемы процесс пирометаллургической подготовки концентрата к выщелачиванию, посредством обжига.

Анализ существующих методов переработки сульфидных медных концентратов показал, что наиболее эффективным, рентабельным и экологически безопасным является гидрометаллургический способ, включающий выщелачивание концентрата азотной кислотой с максимальным извлечением меди и серебра, очистку раствора от железа и электроэкстракцию меди. Утилизация отходящих окислительных газов позволяет регенерировать азотную кислоту и возвращать ее в голову процесса на выщелачивание медного концентрата.

Данные, полученные в ходе лабораторных исследований, были подтверждены результатами полупромышленных испытаний на опытно-промышленном участке НИЦИТ ТОО «КазГидроМедь».

Рекомендуемые в регламенте решения по аппаратному оформлению технологического процесса направлены на применение стандартного оборудования, используемого на отечественных и зарубежных заводах.

В настоящий регламент могут быть внесены изменения и дополнения, улучшающие технологические показатели процесса.

Исходные данные разработаны на основании Положения об исходных данных для проектирования, утвержденного руководством Минпромнауки России 30 января 2002 г и Технического задания.

1 КРАТКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

Истощение запасов богатых руд и отсутствие эффективных технологий переработки забалансового металлургического сырья послужило причиной не загруженности ряда градообразующих предприятий и породило проблему трудоустройства населения регионов. К таким регионам Республики Казахстан относится город Жезказган и его область. В то же время, в регионе имеются солидные запасы бедных и забалансовых медносульфидных руд, переработка которых считается нерентабельной, в связи с малым содержанием целевых компонентов и упорностью сульфидных минералов для вскрытия известными гидрометаллургическими приемами (подземное и кучное выщелачивание и др.). Применение дорогих сильных окислителей, также, не оправдывается. Оказалось, что в настоящее время для переработки забалансовых руд Жезказганского региона нет готовой рентабельной технологии.

Исследовательской лабораторией ТОО «КазГидроМедь» разработана технология комплексной переработки забалансовых руд Жезказганского месторождения с получением в результате товарных продуктов – катодной меди, металлического серебра, перрената аммония, цинкового и железного купороса.

Данный регламент предназначен для проектирования опытно-промышленной установки производительностью 5,5 т/час по черновому концентрату с целью отработки параметров предложенной технологии, уточнения технологических параметров, режимов работы оборудования. Данные опытно-промышленных испытаний должны стать основой для проектирования промышленного предприятия.

1.1 Обзор выполненных исследований

Исследования по разработке гидрометаллургической технологии комплексной переработки бедных руд Жезказганского месторождения проводились в ТОО «КазГидроМедь» на представительной пробе медной сульфидной руды с содержанием меди 0,51%, согласно концепции Генерального плана окончательной отработки Жезказганского месторождения, которая предполагает совместную отработку всех групп запасов, находящихся в недрах, в т.ч. балансовых, бедных, забалансовых запасов и запасов, ранее списанных в потери. Результаты изучения фазового состава пробы показали, что медь в руде представлена:

- в виде вторичных сульфидов - 76 %,
- в виде первичных сульфидов - 15 %,

-в окисленной форме - 9 %.

Основными рудными минералами являются: халькозин, борнит, халькопирит.

В период с 2011 по 2014 гг. были разработаны следующие технологии:

- комбинированная флотационно-гидрометаллургическая технология по схеме: флотация – сульфатизирующий обжиг – сернокислотное выщелачивание огарка – спекание (обжиг) кека – солянокислотное выщелачивание обожженного кека;
- комбинированная флотационно-гидрометаллургическая технология по схеме: флотация – хлорирующий обжиг в шахтной печи с каскадом наклонных решеток – солевое выщелачивание огарка – сернокислотное выщелачивание кека;
- комбинированная флотационно-гидрометаллургическая технология по схеме: флотация – хлорирующий обжиг в шахтной печи с каскадом наклонных решеток – солянокислотное выщелачивание огарка;
- комбинированная флотационно-гидрометаллургическая технология по схеме: флотация – хлорирующий обжиг в шахтной печи с каскадом наклонных решеток – сернокислотное выщелачивание огарка (I-стадийное).

Перечисленные выше технологии имели некоторые недостатки, связанные с пиromеталлургической подготовкой сырья к выщелачиванию:

- Сложное аппаратное оформление
- Использование громоздкого нестандартного оборудования для обжига концентрата (шахтные печи с каскадом наклонных решеток);
- Многоступенчатый процесс подготовки сырья (фильтрация, сушка и шихтование концентрата, грануляция и обжиг шихты и т.д.);
- Высокая чувствительность процесса обжига к содержанию серы в сырье;
- Относительно высокие капитальные и эксплуатационные затраты.

Разработка комбинированной флотационно-гидрометаллургической технологии, позволяющей исключить пиromеталлургическую подготовку черного концентрата к последующей гидрометаллургической переработке, значительно упростила технологическую схему за счет сокращения ряда операций:

- Фильтрация концентрата;
- Сушка концентрата;
- Шихтование концентрата с хлоридами (NaCl);
- Грануляция шихты;
- Обжиг шихты в шахтной печи с каскадом наклонных решеток;
- Измельчение огарка.

Разработанная технология прямого азотнокислого выщелачивания чернового медного концентрата (Технологический регламент VI), включает следующие основные операции:

- выщелачивание пульпы чернового концентрата азотнокислым раствором;
- улавливание нитрозных газов с регенерацией азотной кислоты;
- осаждение железо-гипсового кека, с последующей фильтрацией;
- промывка кека в сернокислом растворе;
- восстановление железа III до железа II с последующим упариванием раствора и получением железного купороса;
- селективная сорбция рения из продуктивного раствора в колоннах с неподвижным слоем сорбента;
- десорбция рения раствором аммиака с последующим получением марочного перрената аммония;
- селективная сорбция серебра в колоннах с неподвижным слоем сорбента;
- десорбция серебра сернокислым раствором тиомочевины, с последующим получением серебряных слитков;
- селективная сорбция меди в пачуках с противоточным движением сорбента;
- десорбция меди отработанным электролитом, с последующим получением катодной меди;
- селективная сорбция цинка в колоннах с неподвижным слоем сорбента;
- десорбция цинка сернокислым раствором, с последующим получением цинкового купороса;

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

2.1 Исходные данные, режим работы

Основные положения технического задания (Приложение №1) и исходные данные, характеризующие работу технологических переделов и полученные в НИР, представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Исходные данные, режим работы и производительность

Наименование параметра	Значение
Режим работы ОГМЗ	Круглогодичный
Режим работы, дней в году	365
Производительность по черновому концентрату, т/ч	5,5
Гранулометрический состав исходного концентрата	10% и менее – класс -0,1 + 0,071 мм; 90% и более – класс – 0,071 + 0 мм; 80 % и более – класс -0,044 + 0 мм
Вид строительства	С использованием существующих площадей
Водоснабжение	Оборотное
Складирование хвостов	Транспортировка на существующее хвостохранилище ЖОФ
Тип руды	Медная сульфидная
Удельный вес концентрата, т/м ³	2,62
Содержание меди в черновом концентрате, %	7,1
Требования к конечной продукции	Катодная медь М0к по ГОСТ 859-2001 Серебряные слитки с содержанием серебра 99,99% ГОСТ 6836-2002 Железный купорос технический, 1 сорт по ГОСТ 6981-94 Цинковый купорос технический, 1 сорт по ГОСТ 8723-82 Товарный перренат аммония АР-00, АР-0 по ТУ 48-7-1-90

2.2 Характеристика производимой продукции

Готовой продукцией при переработке чернового медного концентрата являются:

- катодная медь М0к,
- серебро в гранулах и слитках 99,99%,
- товарный перренат аммония АР-00, АР-0,
- железный купорос технический – 1 сорт
- цинковый купорос технический – 1 сорт

Химический состав меди катодной меди, серебра, перрената аммония и железного купороса технического должен соответствовать маркам, приведенным в таблицах 2.2. – 2.6 соответственно.

Таблица 2.2 - Химический состав марок катодной меди по ГОСТ 859-2001

Элемент		Массовая доля для марок			
		М00к	М0к	М1к	М2к
Медь, не менее		-	99,97	99,95	99,93
Примеси по группам, не более					
1	Висмут	0,00020	0,0005	0,001	0,001
	Селен	0,00020	-	-	-
	Теллур	0,00020	-	-	-
	Сумма 1-й группы	0,00030	-	-	-
2	Хром	-	-	-	-
	Марганец	-	-	-	-
	Сурьма	0,0004	0,001	0,002	0,002
	Кадмий	-	-	-	-
	Мышьяк	0,0005	0,001	0,002	0,002
	Фосфор	-	0,001	0,002	0,002
	Сумма 2-й группы	0,0015	-	-	-
3	Свинец	0,0005	0,001	0,003	0,005
4	Сера	0,0015	0,002	0,004	0,010
5	Олово	-	0,001	0,002	0,002
	Никель	-	0,001	0,002	0,003
	Железо	0,0010	0,001	0,003	0,005
	Кремний	-	-	-	-
	Цинк	-	0,001	0,003	0,004
	Кобальт	-	-	-	-
	Сумма 5-й группы	0,0020	-	-	-
6	Серебро	0,0020	0,002	0,003	0,003
Сумма перечисленных примесей		0,0065	-	-	-
Кислород, не более		0,01	0,015	0,02	0,03

Таблица 2.3 - Химический состав серебра ГОСТ 6836-2002

Марка	Массовая доля, %						
	Серебро, не менее	Примеси, не более					
		Свинец	Железо	Сурьма	Висмут	Медь	Всего
Ср 99,99	99,99	0,003	0,004	0,001	0,002	0,008	0,01
Ср 99,9	99,90	0,003	0,035	0,002	0,002	0,015	0,10

Таблица 2.4 - Химический состав 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

Таблица 2.5 - Химический состав железного купороса по ГОСТ 6981-94

Наименование показателя	Норма	
	1-й сорт	2-й сорт
1. Внешний вид	кристаллы, зеленовато-голубые	
2. Массовая доля сульфата железа (II), %, не менее	53	47
3. Массовая доля свободной серной кислоты, %, не более	0,3	1,0
4. Массовая доля нерастворимых в воде веществ, %, не более	0,2	1,0

Таблица 2.6 - Химический состав цинкового купороса по ГОСТ 8723-82

Наименование показателя	Норма для сорта	
	Высшего	1-го
5. Внешний вид	Кристаллы, чешуйки, гранулы, порошок белого цвета.	Кристаллы, чешуйки, гранулы, порошок белого цвета. Допускаются различные цветовые оттенки
6. Массовая доля цинка, %, не менее	39	37
7. Массовая доля хлора, %, не более	0,3	0,4
8. Массовая доля фтора, %, не более	0,3	0,4
9. pH 5%-ного раствора, не ниже	4	4
10. Массовая доля нерастворимого в кислой среде остатка, % не более	0,03	0,05
11. Массовая доля суммы тяжелых металлов, % не более в том числе:	Не нормируется	Не нормируется
массовая доля свинца, % не более	0,002	0,007
массовая доля кадмия, % не более	0,002	0,007
массовая доля меди, % не более	0,001	0,003
массовая доля никеля, % не более	0,005	0,009
12. Массовая доля железа, % не более	0,02	0,03
13. Массовая доля марганца, % не более	0,02	0,04

2.3 Характеристика сырья, реагентов и энергоресурсов

В качестве исходного сырья используется сульфидная руда Жезказганского месторождения, прошедшая флотационную переработку. В результате получается черновой концентрат, являющийся сырьем для гидрометаллургической технологии. Химический состав черного концентрата приведен в таблице 2.7.

Таблица 2.7 - Химический состав черного концентрата

Компонент	Содержание, %	Компонент	Содержание, %
Медь	7,1	Железо	4,6
Свинец	0,5	Серебро, г/г	95
Рений, г/т	4,9	Сера	6,7
Никель	0,00045	Al ₂ O ₃	10,3
SiO ₂	60	MgO	0,6
CaO	5,1	Марганец	0,124
TiO ₂	0,7	Мышьяк	< 0,001
Хром	0,022	Кобальт	0,00095
Барий	0,08	Цинк	0,58
H ₂ O	1,9	Na ₂ O	2,3

Уточнения по составу черного концентрата могут быть выполнены в ходе испытаний на опытно-промышленной установке.

Характеристика реагентов, необходимых для реализации технологии представлена в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Характеристика реагентов

№	Наименование реактива	Значение показателя качества г/л, %, г/см ³	Стандарт ТУ, ГОСТ, марка, сорт
1	Азотная кислота техническая	57%	Высший сорт ГОСТ-113-03-270-990
2	Натрий хлорид	Первый сорт – 90, второй сорт – 80.	ТУ 2152-067-00209527-98 ТУ 9192-002-00352816 2004
3	Серная кислота техническая	Массовая доля моногидрата (H ₂ SO ₄), % Не менее 92,5%	ГОСТ 2184 –77, 2-й сорт
4	Соляная кислота техническая	Массовая доля хлористого водорода не менее 35%.	ГОСТ 857-95 марка АОКП 212211 0100
5	Аммиачная вода,	Массовая доля аммиака (NH ₃), не менее 25%	Марка -чистый ГОСТ 3760-79
6	Спирт этиловый, технический	Объемная доля этилового спирта, не менее 96,0%	ГОСТ 18300-87, первый сорт
7	Кобальт сернокислый	Массовая доля основного Вещества 99,0-102,0%	ГОСТ 4462-78
8	Guarfloc-66	Содержание основного вещества,%	ISO
9	Тиомочевина	Массовая доля основного Вещества 97,5%	ГОСТ 4462-78
10	Железный лом Или Железный порошок	Стружка (промышленные отходы)	ГОСТ 9849-86 Марка ПЖР 5

Физико-химические свойства ионообменных смол, используемых в технологии представлены ниже в соответствующих таблицах

Таблица 2.9 – Физико-химические свойства сорбента FRAGMITEX WBR

Фирма-производитель	FRAGMITEX WBR
Матрица	макропористый стиролдивинилбензольный сополимер
Функциональные группы	диметиламин
Цвет и внешний вид	светло-желтые или белые непрозрачные зерна
Размер частиц	0,7 мм
Коэффициент однородности	1,5 max
Удержание воды	56-64%
Стабильность в средах	pH 0-14
Рабочий диапазон pH	pH 0-9
Рабочий диапазон температур	70°C max (C.O.) 100°C max (Cl ⁻)
Насыпной вес	640 г/л

Таблица 2.10 – Физико-химические свойства сорбента Lewatit TP 214.

Фирма-производитель	Lanxess Energizing Chemistry (Германия)
Функциональные группы	Тиомочевина
Матрица	Сшитый полистирол
Цвет и внешний вид	Бежевый, непрозрачный.
Размер частиц	0,55 (+/- 0,0,5) мм
Коэффициент однородности	1,1 max
Плотность	1,1 г/мл
Содержание воды	43-48 %
Стабильность в средах	pH 0-14
Рабочий диапазон pH	pH 0-10
Рабочий диапазон температур	80°C max
Насыпной вес	700 г/л

Таблица 2.11 – Физико-химические свойства сорбента Lewatit TP-209XL

Фирма-производитель	Lanxess Energizing Chemistry (Германия)
Матрица	Сшитый полистирол
Функциональные группы	Иминодиуксусная кислота
Цвет и внешний вид	Бежевый, непрозрачный.
Размер частиц	0,85 мм
Коэффициент однородности	1,1 max
Удержание воды	50%
Стабильность в средах	pH 0-14
Рабочий диапазон pH	pH 2-10
Рабочий диапазон температур	80°C max
Насыпной вес	709 г/л

Таблица 2.12 – Физико-химические свойства сорбента Lewatit TP-260

Фирма-производитель	Lanxess Energizing Chemistry (Германия)
Матрица	Сополимер стирола и дивинилбензола
Функциональные группы	Аминофосфониевая кислота
Цвет и внешний вид	Бежевый, непрозрачный.
Размер частиц	0,63 мм
Коэффициент однородности	1,1 max
Удержание воды	50%
Стабильность в средах	pH 0-14
Рабочий диапазон pH	pH 2-10
Рабочий диапазон температур	80°C max
Насыпной вес	720г/л

В качестве энергоресурсов на опытно-промышленной установке используется электроэнергия, техническая вода, пар и сжатый воздух осушенный. Характеристика энергетических средств и их часовая потребность приведена в таблице 2.12

Таблица 2.13 - Характеристика энергетических средств и их потребность

Наименование готовой продукции, реактивов, полупродуктов и энергоносителей.	Значение показателей качества г/л, %, г/см ³	Стандарт ТУ, ГОСТ, марка, сорт.	Требования к условиям хранения и транспортировке.
<p>1. Сжатый воздух: -воздух для КИПиА. Рабочее давление, атм. -воздух для технологии: перемешивание, транспортировка пульп, отдувка осадков на фильтр-прессах.</p>	<p>6-7 3,5-4,0</p>	<p>Очистка от влаги и масла Полная очистка от масла</p>	<p>Из цеховой системы. Расход воздуха 35 818 м³/сут</p>
<p>2. Греющий пар, Рабочее давление, атм. Температура, °С Теплосодержание, ккал/кг</p>	<p>3,5-4,0 140-145 625</p>		<p>Расход пара: 15 909 Гкал/год</p>
<p>3. Вода для приготовления растворов, для охлаждения и промывки осадков на фильтрах. Рабочее давление, атм. Температура, °С</p>	<p>2,5-3,0 24</p>	<p>Полное отсутствие твердого или ≤ 50 мг/л</p>	<p>Расход 270 м³/сут</p>
<p>4. Вода обратная рабочее давление, атм.</p>	<p>1,5-2,0</p>	<p>Полное отсутствие твердого</p>	<p>Определится в процессе работы</p>
<p>Умягченная вода 5. (конденсат) для приготовления промывных растворов. Рабочее давление, атм.</p>	<p>1,5-2,0</p>	<p>Полное отсутствие солей жесткости, окислы и т.д.</p>	<p>Расход: 40 м³/сут</p>

2.4 Физико-химические свойства сырья, промежуточных и конечных продуктов

Таблица 2.14 - Химический состав черного концентрата

Компонент	Содержание, %	Компонент	Содержание, %
Медь	7,1	MgO	0,6
Серебро, г/т	117	Na ₂ O	2,3
Рений, г/т	6,0	Сера	6,7
Цинк	0,17	Никель	0,00045
Железо	5,6	Титан	0,7
SiO ₂	60,0	Марганец	0,124
CaO	5,1	Мышьяк	<0,001
Al ₂ O ₃	10,3	Кобальт	0,00095
BaO	0,1	Хром	0,022
K ₂ O	1,9	Свинец	0,5

Гранулометрический состав – 0,071 мм не менее 87 % ; Влажность – не более 14 %.

Таблица 2.15 - Химический состав кека азотнокислого выщелачивания

Компонент	Содержание, %	Компонент	Содержание, %
Cu	0,12	Fe	0,97
Pb	0,65	Ag, г/т	2,05
Re, г/т	0,10	Al ₂ O ₃	6,5
SiO ₂	64,5	CaSO ₄	13,5
S	0,6	Zn, г/т	0,002

Гранулометрический состав – не более 0,071 мм
Влажность – не более 14 %; Объемная масса кека – 2,62 т/м³

Анализ произведен без учета легких элементов (углерода, водорода, кислорода, кристаллической воды и других породообразующих минералов – всего до 12%), которые не участвуют в технологическом процессе.

3. Продуктивный раствор азотнокислого выщелачивания черного медного концентрата

Таблица 2.16 - Химический состав продуктивного раствора

Элемент (ион)								
H ⁺	Cu ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Zn ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Al ³⁺
моль/л	г/л	г/л	г/л	г/л	г/л	г/л	г/л	г/л
0,5	17,6	2,4	45,8	0,4	3,5	14,5	0,2	2,2
Элемент (ион)								
[AgCl ₂] ⁻	AsO ₂ ⁻	SO ₄ ²⁻	MnO ₄ ⁻	SiO ₃ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	ReO ₄ ⁻	Mg ²⁺
мг/л	мг/л	г/л	г/л	г/л	г/л	г/л	мг/л	г/л
48,3	13,0	30,6	0,4	0,7	5,0	34,0	2,0	1,5

4. Медный электролит

Требования стандартов к раствору, поступающему на электролиз, отсутствуют, но имеются технологические требования:

- содержание элементов переменной валентности (кроме меди) - не более 2 г/л;
- раствор должен быть осветленный (без взвесей);
- содержание меди - 45 – 55 г/л;
- общее содержание кислоты - 150 -220 г/л.

Таблица 21.17 - Химический состав медного электролита, г/л

Cu	Ni	H ₂ SO ₄	SO ₄	Cl	Pb	As	Sb	Fe	Mg	Al	Bi	Ca	Zn
50	<0,01	150	225	<0,13	<0,05	<0,05	<0,05	0,21	<0,01	<0,05	<0,05	0,05	<0,01

2.5 Физико-химические основы процесса

Пульпа черного концентрата с содержанием твердого 20% из отделения обогащения ЖОФ, перекачивается в сгуститель фильтровально-сушильного отделения медеплавильного завода [1].

Сгущенная пульпа с содержанием твердого 50 % направляется в третий корпус ОГЗ на стадию механической обработки поверхности и доизмельчения минералов в бисерную мельницу [2]. После механоактивации поверхности минералов пульпа поступает в реактор для декарбонизации [3].

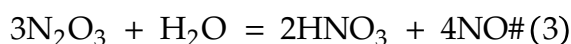
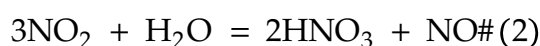
В этот же реактор дозируется серная кислота, до полной нейтрализации карбонатных соединений. Декарбонизация проходит в непрерывном режиме при уровне pH в системе от 4,5 до 5,5. по реакции:



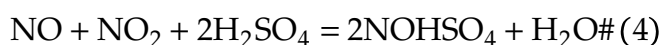
Декарбонизованная пульпа далее направляется на I ступень абсорбции нитрозных газов, отходящих с узла выщелачивания [4]. Пульпа подается в кубовую часть абсорбера

и при помощи насоса циркулирует через тарельчатую колонну, в которой происходит абсорбция 80-85 % объема нитрозных газов водной фазой декарбонизованной пульпы с восстановлением свойств азотной кислоты.

Остаточные нитрозные газы поступают в отделение улавливания на II ступень абсорбции обратным раствором (водой) [5]. В процессе взаимодействия окислов азота с водой образуется азотная кислота по реакции:



Далее газовая фаза направляется в тарельчатый абсорбер III ступени с крепкой серной кислотой [6]. При поглощении нитрозных газов серной кислотой образуется нитрозилсерная кислота по реакции:



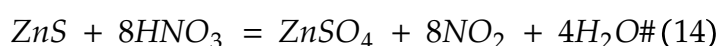
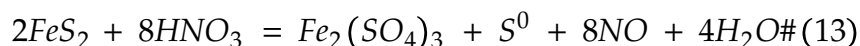
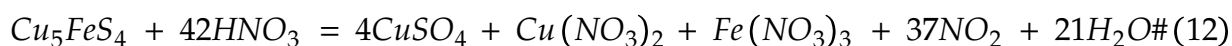
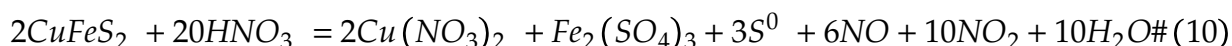
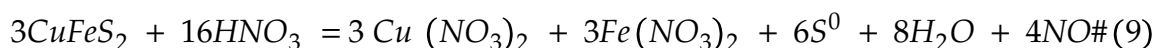
Сбросные газы в количестве 2-3 % от начального объема поступают на IV ступень, где сорбируются циркулирующим содовым раствором [7] с образованием нитрит-нитратных щелоков, по реакции :

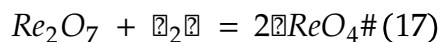


Пульпа, насыщенная NO_x , с I ступени абсорбции, азотнокислый раствор со II ступени, нитрозилсерная кислота с III ступени абсорбции и нитрит-нитратные щелока с IV ступени. Раствор хлорида натрия и азотная кислота в необходимых пропорциях дозируются в первый реактор каскада выщелачивания.

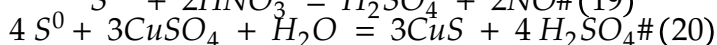
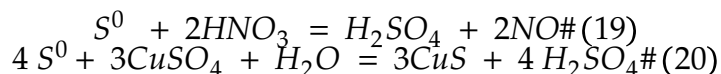
Выщелачивание меди, серебра, цинка, рения и железа в каскаде реакторов протекает в течение 4 часов при температуре 80-90°C и соотношении Т:Ж 1:4 [9].

В процессе выщелачивания протекают следующие основные химические реакции:

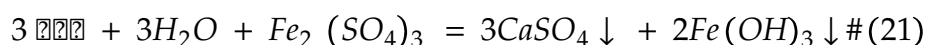




Наряду с основными реакциями протекают вторичные процессы с участием продуктов первичных реакций, взаимодействия исходных компонентов системы:



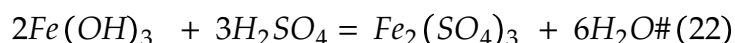
Пульпа после выщелачивания охлаждается в буферных реакторах, после чего дозируется в первый реактор каскада осаждения железисто-гипсового кека [11], в этот же реактор подается известняковое молоко для поддержания pH = 3,8 – 4,0. В таких условиях происходит гидролитическое осаждение содержащихся в растворе ионов железа (III) и кальция в виде железисто-гипсового кека по реакции:



Для отделения образовавшегося осадка пульпа направляется на пресс-фильтр [12].

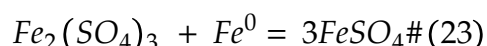
Отфильтрованный железисто-гипсовый кек промывается водой [13] и направляется на получение железного купороса. Фильтрат и промывные воды возвращаются на различные этапы технологии.

Для растворения железа III, железисто-гипсовый кек промывается раствором серной кислоты при значении pH=2-2.5 [14]. При этом протекает следующая реакция:



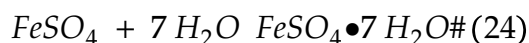
Пульпа отвального кека фильтруется на пресс-фильтрах [15]. После фильтрации отвальный кек репульпируется и направляется на хвостохранилище.

Фильтрат (раствор сульфата железа (III)) подается в реактор восстановления, заполненный железным скрапом [16], где восстанавливается до сульфата железа (II) по следующей реакции:



Далее раствор сульфата железа II упаривается [17] до содержания сульфата железа 35 % (масс.) в вакуум-выпарных аппаратах.

Полученный раствор охлаждается до температуры 20 °С. При этом за счет снижения растворимости 50 % железа кристаллизуется [18] в виде железного купороса по следующей реакции:



Кристаллы железного купороса фильтруются на барабанных-вакуум-фильтрах [19] и сушатся в атмосферных условиях или температуре не более 50 °С (во избежание окисления железа (II) кислородом воздуха). Маточный раствор 4, содержащий остаточные ионы железа, а также свободную серную кислоту, возвращается на стадию кислотной промывки кека с растворением соединений железа [14]. Конденсат после упаривания раствора железного купороса используют на технологические нужды.

Фильтрат 1 со стадии фильтрации железисто-гипсового кека [12], направляется на последовательное извлечение целевых компонентов.

Извлечение рения [21] происходит в сорбционно-десорбционном каскаде, представляющим собой систему колонн с неподвижным слоем ионита. Для селективного извлечения рения применяется анионит с максимальным содержанием вторичных аминогрупп марки (Purolite A170) и размером моночастиц 0,8 мм.

В процессе сорбции рения протекает следующая реакция:



Далее рафинат 1, освобожденный от перренат-иона, поступает в цикл сорбции серебра [37].

Промытый сорбент, насыщенный по рению, подвергается десорбции аммиачной водой [23]. Элюат 1 насыщенный по рению направляется на стадию сорбционного концентрирования [27]. Регенерированный сорбент возвращается на стадию сорбции [21].

В процессе десорбции рения с насыщенного ионита протекает реакция:



Насыщенный по рению аммиачный элюат перекачивается в аппарат термического разложения на отгонку аммиака [26] и подкисляется раствором серной кислоты до pH=1-3. Аммиак, улавливается водой в насадочном абсорбере, с образованием аммиачной воды [25] и возвращается в цикл десорбции рения [23,29].

Подкисленный ренийсодержащий раствор направляется на сорбционное концентрирование рения [27] в колоннах заполненных таким же ионитом. В результате образуется рафинат, очищенный от рения, который используется для распульповки отвального кека.

Колонна с очищенным от рения анионитом промывается оборотной водой [28], которая по мере накопления в ней перренат-иона возвращается в цикл сорбционного концентрирования рения [27].

Насыщенный по рению ионит подвергается десорбции раствором аммиака [29]. В результате образуется насыщенный по рению элюат.

Насыщенный раствор перрената аммония упаривается в выпарных аппаратах [32] до выпадения кристаллов черного перрената аммония и подвергается фильтрации [33]. Черновой перренат аммония направляется на стадию растворения и перекристаллизации [34]. Ренийсодержащий фильтрат (маточный раствор 1) направляется на стадию сорбционного концентрирования рения [27].

Черновой перренат аммония APR растворяется в горячей, обессоленной воде [34]. После чего раствор упаривается и направляется в кристаллизатор. В процессе остывания происходит перекристаллизация перрената аммония.

Осадок, представляющий собой перренат аммония высокой чистоты, фильтруется на нутч-филт্রে, промывается этиловым спиртом и подвергается атмосферной сушке в чистом вентилируемом помещении [35]. Ренийсодержащий фильтрат (маточный раствор 2) направляется на стадию упаривания и кристаллизации чистового перрената аммония.[34]

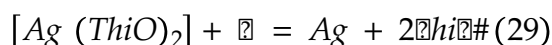
Раствор освобожденный от ионов рения, поступает на стадию извлечения серебра [37] в сорбционно-десорбционном каскаде, представляющим собой систему колонн с неподвижным слоем ионита. Для селективной сорбции серебра применяется сорбент, содержащий в качестве функциональных групп тиокарбамид (Lewatit MonoPlus TP 214), селективный к ионам серебра. В процессе сорбции протекает следующая реакция:

#(27)

Насыщенный сорбент подвергается десорбции [39] серноокислым раствором тиомочевины, при этом протекает следующая реакция:

#(28)

Регенерированный ионит возвращается в цикл сорбции [37]. Полученный элюат перекачивается в отделение электролиза серебра [40]. При пропускании через элюат постоянного тока на катоде восстанавливается серебро:



Рафинат 2, освобожденный от ионов серебра, поступает в цикл сорбции меди [42] в пачуки сорбционного каскада, в которых циркулирует сорбент с размером моночастиц

0,8 мм, содержащий в качестве функциональных групп иминодиацетат (Lewatit MonoPlus TP 209 XL), селективный к ионам меди.

В процессе сорбции протекает следующая реакция:

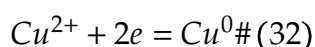


Рафинат 3, освобожденный от ионов меди, поступает в цикл сорбции цинка [51]. Промытый сорбент, насыщенный ионами меди, подвергается десорбции [46] отработанным электролитом со стадии электролиза меди [49] в каскаде из трех десорбционных колонн. Колонны работают в непрерывном противоточном режиме. Элюат направляется на стадию электролиза меди [49]. Регенерированный сорбент при помощи эрлифта возвращается в каскад пачуков в цикл сорбции меди [42].

В процессе десорбции протекает следующая реакция:

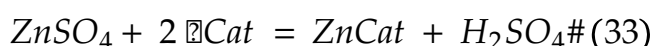


Электролитическое выделение меди осуществляется в ваннах с нерастворимыми свинцовыми анодами [49]. Суммарная реакция процесса электроэкстракции меди выражается уравнением:

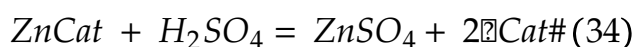


В результате процесса электролиза образуется катодная медь [50] марки не ниже МК001. Обедненный электролит используют в качестве десорбирующего раствора на стадии десорбции меди.

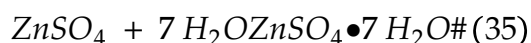
Извлечение цинка происходит в сорбционно-десорбционном каскаде, представляющим собой систему колонн с неподвижным слоем ионита. В колонны для сорбции цинка [51] загружен сорбент Lewatit TP 260, содержащий в качестве функциональных групп аминофосфониевая кислота селективный к ионам цинка. Сорбция цинка протекает по следующей реакции:



Десорбция [53] осуществляется раствором серной кислоты по следующей реакции:



Полученный в результате десорбции раствор сульфата цинка упаривается в выпарных аппаратах [54] и кристаллизуется [55] в виде цинкового купороса [56] по следующей реакции:



Рафинат после сорбции цинка используется для распульповки отвального кека

2.6 Мощность производства

Исходные данные предусматривают проектирование производства по переработке 6,0 тонн в час черного медного концентрата, что составит в год 48.240 тонн при работе ОПУ 8040 часов в год.

Переработка такого количества черного концентрата в год позволит получить 4240 тонн катодной меди, 7188 кг катодного осадка серебра, 355 кг перрената аммония (в пересчете на рений), 21580 тонн железного купороса, 443 тонн цинкового купороса.

Таблица 2.18 – Мощность производства

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Значение параметра
1.	Производительность по черновому концентрату	т/год	48 240
2.	Производительность по катодной меди	т/год	4 240
3.	Производительность по катодному осадку серебра	кг/год	7 188
4.	Производительность по рению в перренате аммония	кг/год	355
5.	Производительность по железному купоросу	т/год	21 580
6.	Производительность по цинковому купоросу	т/год	443
7.	Извлечение меди из концентрата в катодную медь	%	98,70
8.	Извлечение серебра из концентрата в катодный осадок	%	98,70
9.	Извлечение рения из концентрата в APR	%	99,20
10.	Извлечение железа из концентрата в железный купорос	%	80,00
11.	Извлечение цинка из концентрата в цинковый купорос	%	98,70

Таблица 2.19 – Расходные коэффициенты сырья и вспомогательных материалов

№	Наименование реагента	Содержание основного вещества, %	ГОСТ, ОСТ, ТУ	Удельный расход реагентов		концентрация рабочего раствора, %	Потребность, т/год, м ³ /год
				Ед. изм.	Знач		
1	Азотная кислота техническая	57-58	ГОСТ, ОСТ, ТУ	кг/т к-та	20	-	804
2	Хлорид натрия	90-95		кг/т Cu	20	-	804
3	Кобальт серноокислый	100	ГОСТ 4462-78	кг/т Cu	0,06	10	0,17
4	Guarfloc-66	100	ISO	кг/т Cu	0,4	0,5	0,56
5	Аммиак водный	25	ГОСТ 3760-79	кг/т Cu	85	12,5	240
6	Серная кислота	92-94	ГОСТ 2184 –77	кг/т Cu	1,32	-	3724
7	Соляная кислота	35	ГОСТ 857-95	кг/т Cu	6	-	17
8	Флокулянт для сгущения кека Magnafloc 336	100	ISO	кг/т Cu	0,2	0,1	0,282
9	Сорбент Lewatit Monoplus TP 209	100	ISO	л/т Cu	0,6	-	1,7
10	Сорбент Lewatit TP 260	100	ISO	л/т Cu	0,004	-	0,011
11	Сорбент Lewatit TP 214	100	ISO	л/т Cu	0,07	-	0,2
12	Сорбент Fragmitex wbr	100	ISO	л/т Cu	0,07	-	0,2
13	Этиловый спирт	100	ГОСТ 18300-87	л/т Cu	0,024	-	0,055
14	Катоды	100	AISI	т/т Cu	0,005	-	11,33
15	Аноды	100	ТУ производителя	т/т Cu	0,013	-	30,3
16	Железный порошок или стружка	98	ГОСТ 9849-86	кг/т Cu	0,35	-	0,99
17	Ткань фильтровальная			кг/т Cu	1,6	-	2,3

Примечание:

Удельные расходы реагентов даны без учёта первоначальной загрузки реагентов в аппаратуру обогатительной фабрики и гидрометаллургического завода. Первоначальная загрузка будет определена на стадии проектирования после выбора оборудования.

3.1 Описание технологической схемы

- [1] Сгущение пульпы ЧМК
- [2] Механообработка поверхности
- [3] Декарбонизация
- [4] Улавливание нитрозных газов декарбонизованной пульпой (1 ступень)
- [5] Улавливание нитрозных газов обратным раствором (2 ступень)
- [6] Улавливание нитрозных газов серной кислотой (3 ступень)
- [7] Улавливание нитрозных газов содовым раствором (4 ступень)
- [8] Приготовление насыщенного раствора NaCl
- [9] Выщелачивание пульпы черного концентрата азотнокислым раствором
- [10] Приготовление известнякового молока
- [11] Осаждение железисто-гипсового кека при pH = 3,8-4
- [12] Фильтрация
- [13] Промывка кека
- [14] Сернокислая отмывка железисто-гипсового кека
- [15] Фильтрация отвального кека
- [16] Восстановление Fe (III) до Fe(II)
- [17] Упаривание раствора сульфата Fe (II)
- [18] Кристаллизация сульфата Fe(II)
- [19] Фильтрация сульфата Fe(II)
- [20] Затаривания и складирование товарного железного купороса
- [21] Селективная сорбция рения в колоннах с неподвижным слоем
- [22] Водная промывка насыщенного сорбента
- [23] Десорбция рения
- [24] Водная промывка сорбента
- [25] Отгонка аммиака
- [26] Регенерация аммиачной воды
- [27] Сорбционное концентрирование рения
- [28] Водная промывка насыщенного сорбента
- [29] Десорбция рения
- [30] Водная промывка сорбента
- [31] Зарядка сорбента в SO₄-форму
- [32] Упаривание и кристаллизация
- [33] Фильтрация черного перрената аммония
- [34] Растворения и перекристаллизация с получением чистового перрената аммония
- [35] Фильтрация и сушка чистового перрената аммония
- [36] Затаривание и сушка товарного перрената аммония
- [37] Селективная сорбция серебра в колоннах с неподвижным слоем
- [38] Водная промывка насыщенного сорбента
- [39] Десорбция рения
- [40] Электролиз Серебра
- [41] Аффинаж катодного осадка
- [42] Сорбция меди в пачуках с противоточной подачей сорбента
- [43] Фильтрация I
- [44] Промывка в КДС
- [45] Фильтрация II
- [46] Десорбция
- [47] Фильтрация III
- [48] Промывка в КДС
- [49] Электролиз меди

- [50] Сдирка и складирование катодной меди
- [51] Селективная сорбция цинка в колоннах с неподвижным слоем
- [52] Водная промывка насыщенного сорбента
- [53] Десорбция цинка
- [54] Упаривание раствора сульфата цинка
- [55] Кристаллизация сульфата цинка
- [56] Затаривание и складирование товарного цинкового купороса

4 ОПИСАНИЕ АППАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

Схема цепи аппаратов приведена на чертеже Приложения 1

Пульпа чернового медного концентрата (далее ЧМК) с основной флотации Жезказганской обогатительной фабрики поступает в буферный реактор Р-100, откуда насосами Н-101/1,2 по трубопроводу перекачивается на участок ФСО Жезказганского медеплавильного завода в буферный реактор Р-102. Исходная пульпа имеет соотношение Т:Ж=1:5 для наилучшей транспортировки.

Из реактора Р-102 в непрерывном режиме насосами Н-103/1,2 разбавленная пульпа подается в питающую коробку сгустителя СГ-104, где происходит отделение основной транспортной воды и сгущение пульпы до соотношения Т:Ж=1:1.

Верхний слив сгустителя (осветленная часть) самотеком возвращается на Жезказганскую обогатительную фабрику для последующего приготовления новых порций пульпы.

Сгущенная часть пульпы насосами Н-105/1,2 из нижней части сгустителя перекачивается в буферный реактор Р-108.

Из буферного реактора Р-108 сгущенная пульпа насосами Н-109/1,2 с участка ФСО передается в основной корпус переработки в буферный реактор Р-110, откуда насосами Н-111/1,2 она непрерывно подается в бисерную мельницу МБ-112.

После механоактивации и доизмельчения пульпа ЧМК сливается в приемную емкость Е-113 откуда насосом Н-114 направляется на участок декарбонизации в реактора Р-200/1,2.

4.1 Декарбонизация пульпы ЧМК. Выщелачивание. Абсорбция нитрозных газов.

Процесс декарбонизации проводится поочередно в реакторах Р-200/1 и Р-200/2 следующим образом: исходная активированная пульпа (Т:Ж=1:1) насосом Н-114 подается в реактор Р-200/1 (или Р-200/2). Затем при перемешивании в реактор из промежуточной емкости Е-202 дозирующими насосами Н-202/а,б подается 92% серная кислота (или нитрозилсерная кислота из емкости Е-203 дозирующими насосами Н-203/а,б в зависимости от выбранного технологического режима), расход регулируется по показанию рН-метра установленного в реакторах Р-200/1,2. После достижения необходимого значения рН (диапазон от 1,5-5,0 в зависимости от выбранного режима) пульпа выдерживается при незначительной корректировке.

Декарбонизованная пульпа из реактора Р-200/1 (или Р-200/2) насосами Н-201/1,2 пульпа перекачивается в буферный реактор Р-242, откуда дозирующими насосами Н-243/а,б подается в реактор Р-217 (кубовая часть абсорбера АБ-215) и далее насосом Н-218/1 направляется в верхнюю часть абсорбера АБ-215 для осуществления орошения. Насосами Н-218/2а, 2б пульпа постоянно подается на операцию выщелачивания в реактор Р-204/1, причем скорости подачи пульпы в реактор Р-217 и откачки равны, для исключения переполнения реактора.

Одновременно с пульпой в реактор Р-204/1 подается:

- из напорной емкости Е-211 дозируется раствор хлорида натрия (~300 г/л);
- из емкости Е-203 дозирующим насосом Н-203/а нитрозилсерная кислота, насос Н-203/б находится либо в резерве либо перекачивает нитрозилсерную кислоту в реакторы Р-200/1,2;
- из напорной емкости Е-213 насосом Н-220/2, слабый раствор азотной кислоты на основе оборотного раствора;
- из теплообменников ТО-209 и ТО-212 самотеком возвращается конденсат представляющий собой слабый раствор азотной кислоты.

Также в реактор Р-204/1 и/или реактора декарбонизации Р-200/1,2 также дозирующими клапанами может подаваться содовый раствор ННЩ. Из емкости Е-207

В реакторы Р-204/1-4 из напорной емкости Е-210 подается свежая азотная кислота с концентрацией 57%. Дозирование осуществляется насосами Н-210/а,б по показаниям ОВП в реакторах).

Выщелачивание ценных компонентов Cu, Ag, Re, Fe, Zn осуществляется в реакторах Р-204/1-6 при температуре 80-85 °С и постоянном перемешивании механическими мешалками. Продолжительность выщелачивания 4-5 часа. Реакционная смесь нагревается острым паром в реакторах Р-204/1-5, Пульпа перемещается по каскаду выщелачивания самотеком, через перетоки, температура процесса регулируется автоматическим включением либо отключением подачи острого пара.

Контроль процесса выщелачивания и подачи реагентов осуществляется по значению ОВП.

Пульпа после выщелачивания из последнего реактора каскада Р-204/6 насосом перекачивается в реактор Р-205/1,2, на охлаждение с 85 до 40-50°С где барботируется сжатым воздухом через опуск реактора при перемешивании механической мешалкой. Подача воздуха в барботеры реакторов осуществляется автоматически по значению

температуры. Для исследования проведения процесса в каскадном режиме реактора Р-205/1,2 соединены общим перетоком.

Охлажденная пульпа самотёком по переливу поступает в первый реактора каскада осаждения железисто-гипсового кека Р-248/1,2 для дальнейшей переработки.

Образующиеся в реакторах Р-204/1-6, а в некоторых режимах работы и в Р-200/1,2 нитрозные газы объединяются с воздухом, подсасываемым через крышки реакторов Р-204/1,6 и поступают в графитовый теплообменник-конденсатор ТО-209 охлаждаемый водой, где происходит процесс охлаждения газов и конденсации паров воды и азотной кислоты. В теплообменнике ТО-209 температура ГВС в результате теплообмена снижается с 75-80°C до 50-55°C, а конденсирующиеся пары воды и кислот из нижней части аппарата ТО-209 поступают самотеком в реактор выщелачивания Р-204/1.

ГВС из реакторов для охлаждения пульпы Р-205/1,2, поступает в теплообменник-конденсатор ТО-212 также охлаждаемый водой. В результате теплообмена температура ГВС снижается с 40-50°C до 20-30°C, а конденсирующиеся пары воды и кислот из нижней части аппарата ТО-212 поступают самотеком в реактор выщелачивания Р-204/1.

Охлаждающая вода из теплообменников собирается в коллектор и направляется через буферную емкость на градирню ЖМЗ для охлаждения и возврата в процесс.

Перед входом ГВС в теплообменники ТО-209 и ТО-212 в трубопроводах установлен расходомер, а также датчики температуры, давления/разряжения. Для определения эффективности работы теплообменников на линиях подачи и выхода теплоносителя установлены приборы контроля температуры.

Общий поток ГВС перед абсорбером АБ-215 разбавляется подсасываемым атмосферным воздухом (подсос регулируется клапаном перед абсорбером АБ-215), и далее направляется на абсорбцию.

Газо-воздушная смесь транспортируется по каскаду абсорбции окислов азота газодувками ГД-231/1,2.

Абсорбция NO_x из ГВС проводится в несколько ступеней:

1. Абсорбция пульпой происходит в абсорбере АБ-215, секционированном коническими тарелками в количестве 7 штук. Площадь проходного сечения тарелок – 20%. В верхней части абсорбера установлена насадка высотой 160 мм для улавливания брызг пульпы, представляющая собой две сетки, между которыми размещены полые шары ($d = 40$ мм) из полипропилена. В абсорбере организовано регулируемое орошение тарелок пульпой с помощью насоса Н-218/1.

ГВС выводится из верхней части абсорбера АБ-215 и после разбавления воздухом из атмосферы через регулируемый подсос (1500-3000 м³/час) поступает на вторую стадию в каскад абсорберов АПС-221/1-3 и окислительных колонн ОК-223/1,2, ОК-224.

2. На второй стадии абсорбция NO_x проводится раствором слабой азотной кислоты на основе оборотного раствора. В абсорберах АПС-221/1-3 орошающий раствор подается из кубовой части в верхнюю часть колонны насосом Н-222/1-3, противотоком к нему подается ГВС после абсорбции пульпой.

Кубовые части абсорберов АПС-221/1-3 соединяются друг с другом перетоками для организации движения раствора по каскаду. Так свежий оборотный раствор из напорной емкости Е-229 дозирующим клапаном с определенным расходом подается в кубовую часть последнего абсорбера АПС-221/3, откуда по переливу перетекает в кубовую часть абсорбера АПС-221/2 и затем АПС-221/1. При движении раствора по каскаду происходит его насыщение по NO_x. Насыщенный раствор самотеком по переливу выводится из абсорбера АПС-221/1 в емкость Е-219 откуда периодически насосом Н-220/1 откачивается на выщелачивание в напорную емкость Р-213.

ГВС после абсорбера АПС-221/1 поступает в верхнюю часть колонны доокисления ОК-223/1, которая обеспечивает необходимое время контакта низших окислов азота с кислородом воздуха для протекания процесса доокисления и образования высших окислов азота, которые улавливаются поглотительными растворами.

Далее ГВС из нижней части окислительной колонны ОК-223/1 поступает в кубовую часть абсорбера АПС-221/2. При этом конденсат и жидкость, накапливающиеся в окислительной колонне, выводятся снизу колонны насосом Н-223/1а в емкость Е-219.

После абсорбера АПС-221/2 ГВС поступает в верхнюю часть колонны доокисления ОК-223/2, затем в абсорбер АПС-222/3 и через газодувки ГД-231/1,2 в окислительную колонну ОК-224.

Предусмотрено два варианта использования данной окислительной колонны: с орошением ГВС свежей азотной кислотой и без орошения. В первом варианте использования из промежуточной емкости Е-230 посредством дозирующего насоса Н-225 57% азотная кислота подается в верхнюю часть колонны ОК-224 для орошения ГВС. Концентрированная азотная кислота из нижней части окислительной колонны ОК-224 самотеком сливается обратно в емкость Е-230. Тем же насосом Н-225 часть кислоты из емкости Е-230 выводится в промежуточную дозирующую емкость Е-210,

регулировка подачи осуществляется запорной арматурой. Во втором варианте концентрированная азотная кислота не подается в ОК-224, а емкость Е-230 используется для слива возможного конденсата и жидкости, накапливающейся в ОК-224. В этом случае насос Н-225 используется для вывода конденсата в емкость Е-229.

3. Третья ступень абсорбции NO_x осуществляется концентрированной (92%) серной кислотой в аппарате АБК-226 следующим образом: из окислительной колонны ОК-224 ГВС поступает в нижнюю часть абсорбционной колонны АБК-226, в которую из емкости Е-232 дозирующим насосом Н-232а сверху подается концентрированная серная кислота (92%). Орошение абсорбера осуществляется концентрированной серной кислотой из емкости Е-227 насосом Н-228/1. Емкость Е-227 снабжена змеевиком для охлаждения нитрозилсерной кислоты, в который подается холодная вода из сети. Охлаждающая вода из змеевика собирается в коллектор и направляется через буферную емкость на градирню ЖМЗ для охлаждения и возврата в процесс.

Нитрозилсерная кислота, которая собирается в емкости Е-227 насосом Н-228/2 с постоянным расходом равным подаче свежей кислоты в абсорбер насосом Н-232а, откачивается в буферную емкость Е-203 на узел выщелачивания.

Из абсорбера АБК-226 ГВС проходит через ловушку для брызг и капель Л-241 и подается на следующую стадию улавливания окислов азота. Накапливаемая в ловушке Л-241 жидкость самотеком поступает в емкость Е-227.

4. Четвертая ступень абсорбции NO_x осуществляется содовым раствором (~170 г/л) в четырех абсорберах ПТС-233/1-4. ГВС входит сверху в колонную часть абсорбера первого абсорбера (ПТС-233/1) и в прямотоке с орошающей жидкостью проходит через всю колонную часть, и направляется в следующий абсорбер. В каждом абсорбере ПТС-233/1-4 колонные части орошаются содовым раствором из кубовой части насосами Н-234/1-4 в режиме прямотока с ГВС.

Каждая кубовая часть абсорберов ПТС-233/1-4 оснащена змеевиком для возможности охлаждения содовых растворов ННЦ. ГВС после абсорбции окислов азота содовым раствором в абсорберах ПТС-233/1-4 проходит через ловушку Л-237, вентиляторы В-239/1,2 и сбрасывается в вентиляционную шахту ВШ-240.

Свежий содовый раствор (~170 г/л Na₂CO₃) из емкости Е-238 насосом Н-238а с определенным расходом дозируется в абсорбер ПТС-233/4. Отработанный в абсорбере раствор по переливу противотоком к ГВС проходит через все четыре абсорбера и самотеком выводится в приемную емкость Е-235. По мере заполнения емкости Е-235

раствор периодически насосом Н-236 откачивается в емкость Е-207 и подается в каскад выщелачивания и на стадию декарбонизации.

При возникновении аварийной ситуации предусмотрено задействование аварийной системы удаления нитрозных газов из технологического оборудования и газоходов. Аварийный сброс осуществляется перенаправлением потока ГВС в аварийный газоход удаления нитрозных газов. Сигналом для перехода на аварийную систему является превышение концентрации окислов азота в сбросной ГВС.

При эксплуатации системы газоочистки следует помнить, что при использовании газодувок ГД-231/1,2 абсорберы АБ-215, АПС-221/1-3, окислительные колонны ОК-223/1,2, и теплообменники ТО-209 и ТО-212 будут находиться под разрежением, а колонна ОК-224, абсорберы АБК-226, ПТС-233/1-4 под избыточным давлением.

4.2 Осаждение и фильтрация железо-гипсового кека

Охлажденная пульпа из Р-205/2 самотёком по переливу поступает в первый реактора каскада осаждения железо-кальциевого кека Р-248/1,2.

Известняковое молоко из буферного реактора Р-400 насосами Н-401/1,2 закачивается в напорный реактор Р-247.

Осаждение осуществляется следующим образом: в головной реактор каскада Р-248/1 непрерывно из реактора Р-205/2 и Р-247 подается охлажденная пульпа после выщелачивания и известняковое молоко. Дозирование пульпы и молока осуществляется с помощью клапанов работающих в паре с расходомерами.

При взаимодействии пульпы с известняковым молоком в первом реакторе происходит нейтрализация избыточной кислотности с выделением углекислого газа и образованием осадка гипса, а также реакция образования смеси нерастворимых гидроксидов железа (II) и (III). При проведении процесса в интервалах значения рН=3,5-4,0 железо переходит в осадок, в маточнике осаждения остаются целевые рений, медь, серебро и цинк.

Реакция нейтрализации особенно в интервалах рН около 3,0 сопровождается интенсивным образованием пены, поэтому в первом реакторе Р-248/1 рН доводится до 1,0-1,5. Далее пульпа по перетоку поступает в реактор Р-248/2 куда также по отдельной линии дозируется известняковое молоко, в данном реакторе рН выдерживается в интервале 3,5-4,0. Далее пульпа по перетоку поступает в следующий реактор каскада Р-

248/3, где выдерживается для стабилизации конечного значения рН. Последний реактор Р-248/4 служит буферным, а также увеличивает время выдержки пульпы.

Осаждение проводится без нагревания, контроль дозирования известнякового молока осуществляется по значению рН в каждом реакторе.

Сдувки из реакторов осаждения и подачи пульпы и известкового молока собираются в общий коллектор и направляются на отделение газоочистки в скруббер СК-468.

Пульпа железо-гипсового кека из реактора Р-248/4 насосами Н-249/1,2 перекачивается в дополнительный буфер Р-252. Затем из реактора Р-252 насосами Н-253/1,2 пульпа подается на фильтр-пресса ФП-254/1-2, где отфильтровывается, промывается технической водой и продувается воздухом.

Качество фильтрата контролируется по смотровому окну, вначале фильтрации мутный раствор возвращается в реактор Р-252 после осветления, линия переключается на сбор фильтрата в Е-257/1,2.

Контроль заполнения фильтр-пресса осадком осуществляется по манометру на линии подачи пульпы в пресс или по приборам входящим в комплект поставки фильтр-прессов.

После окончания цикла фильтрации поток фильтруемой пульпы переключается на следующий фильтр-пресс. Заполненный фильтр выводится на промывку. Промывка осуществляется технической водой в автоматическом режиме при заданных условиях (соотношение Т:Ж=1:2), промывная вода присоединяется к фильтрату и также собирается в емкость Е-257/1,2.

Затем осадок продувается сжатым воздухом (также в автоматическом режиме) и через бункер РТ-254а/1,2 разгружается на ленту транспортера ПТ-254б/1,2.

В реактор Р-255/1,2 по уровню заливается техническая вода, затем с транспортера по загрузочной точке ЗТ-254в/1,2 осадок сбрасывается в реактор. Всего на один реактор необходимо сбросить 3 полных фильтр-пресса. Осадок распульповывается и перекачивается насосами Н-256/1,2 либо на растворение железа в реактор Р-259, либо в реактор сбора сточных вод Р-244, откуда откачивается на сброс. Контроль и выбор линии перекачивания осуществляется оператором.

Фильтрат и промывная вода поступают в емкость Е-257/1,2, откуда насосами Н-258/1,2 направляются на сорбцию рения в емкости Е-270/1,2.

4.3 Получение раствора железного купороса

Пульпа отмытого железо-кальциевого кека насосами Н-256/1,2 по уровню закачивается в реактор Р-259. Серная кислота (92%) из емкости Е-402 насосами Н-403/1,2 по уровню закачивается в емкость Е-260.

Растворение железо-кальциевого кека с получением раствора железа (III) ведется непрерывно следующим образом:

В реактор Р-261/1 непрерывно самотеком подается пульпа железо-кальциевого кека из реактора Р-259. Расход пульпы регулируется дозирующим клапаном и расходомером установленным на линии подачи пульпы. Из емкости Е-260 в реактор Р-261/1 дозируется концентрированная (92%) серная кислота, расход которой также регулируется клапаном с расходомером.

При взаимодействии серной кислоты с пульпой происходит растворение железа с получением раствора сульфата железа (III). Процесс контролируется по значению рН в каскаде реакторов растворения Р-261/1-3. В первом реакторе значение рН пульпы доводится до 2-3 единиц, затем пульпа перетекает в реактор Р-261/2, где кислотность корректируется до значения рН = 1,0. После растворения железа в каскаде реакторов Р-261/1-3 пульпа по переливу поступает в реактор Р-263 откуда насосом Н-264/1 подается на фильтр-пресс ФП-254/3 для отделения раствора железа от нерастворимого осадка гипса.

При проведении процесса растворения непрерывно ведется контроль значения рН и температуры в реакторах, дозирование кислоты автоматическое в зависимости от значения рН пульпы.

Фильтрация проводится следующим образом: на подготовленный фильтр-пресс насосами Н-264/1 из реактора Р-263 подается пульпа кека после растворения. В начале каждой фильтрации слив с фильтр-пресса направлен в тот реактор откуда берется пульпа на фильтрацию. Качество фильтрата контролируется по смотровому окну, в начале фильтрации мутный раствор возвращается в реактор Р-263, после осветления линия переключается на сбор фильтрата в Е-268.

Контроль заполнения фильтр-пресса осадком осуществляется по манометру на линии подачи пульпы или по приборам входящим в комплект поставки фильтр-прессов.

После окончания цикла фильтрации подача пульпы прекращается, осадок не промывается, продувается сжатым воздухом (также в автоматическом режиме) и через

бункер РТ-265а/3 разгружается на ленту транспортера ПТ-265б/3. После чего цикл фильтрации повторяется

В реактор Р-266 по уровню закачивается обратная вода из емкости Е-381/1,2 насосами Н-382/1,2, затем с транспортера по загрузочной точке ЗТ-265в/3 осадок сбрасывается в реактор. Осадок распульповывается и перекачивается насосом Н-267 в реактор Р-244, откуда насосами Н-245/1,2 направляется на хвостохранилище. Контроль перекачивания осуществляется по уровням автоматически или оператором.

Фильтрат железа (III) поступает в емкость Е-268, затем насосом Н-269/1 в реакторы восстановления Р-273/1,2.

Восстановление железа проводится следующим образом: в реактора Р-273/1,2 по уровню заливается раствор железа (III), затем тельфером через загрузочные люки из корзин загружается подготовленный железный скрап и включается перемешивание. При контакте раствора с металлическим железом происходит восстановление железа (III) до железа (II) и растворение скрапа. Раствор выдерживается при перемешивании в течение определенного времени. Далее раствор сульфата железа (II) насосами Н-274/1,2 подается на контрольную фильтрацию на фильтр-пресса ФП-280/1,2. Фильтрат собирается в емкость Е-275, а нерастворимый медьсодержащий осадок возвращается на выщелачивание.

4.4 Упаривание раствора железного купороса

Упаривание раствора железного купороса производится непрерывно следующим образом: подготовленный раствор из емкости Е-275 насосами Н-276/1,2 с постоянным расходом направляется в буферную емкость Е-287б откуда насосом Н-269/2 подается в теплообменник ТО-278а обогреваемый паром, где нагревается до 90°С. Расход раствора контролируется по расходомеру установленному на линии подачи раствора в теплообменник. Первичный паровой конденсат от теплообменника отводится в емкость Е-286 и затем используется в технологии. Нагретый раствор направляется в первый корпус выпарной установки ВА-281/1. В нем раствор концентрируется и самотеком с уровня поступает во второй корпус ВА-281/2 и затем в третий ВА-281/3. Упаренный до требуемой концентрации раствор самотеком выводится в реактор Р-285а который подогревается глухим паром и затем насосами Н-285б/1,2 направляется на охлаждение и кристаллизацию. Первичный паровой конденсат от реактора Р-285а выводится в общий коллектор и направляется в технологию.

В качестве теплоносителя в первом корпусе используется пар ТЭЦ, вторичный пар первого корпуса является греющим для второго корпуса, а вторичный пар второго корпуса является греющим для третьего. Таким образом осуществляется трехкратное использование тепла свежего греющего пара. Обязка технологическими линиями установки предполагает вывод одного из корпусов на промывку и работу по двухкорпусной схеме.

Первичный конденсат свежего греющего пара из первого корпуса направляется в общий коллектор и далее используется в технологии. Вторичный пар из второго и третьего корпусов поступает в конденсатор К-284, где конденсируется. Полученный конденсат, а также конденсат из греющих камер выпарных аппаратов ВА-281/2,3 собирается в емкость Е-286 и насосами Н-287/1,2 перекачивается для использования на различных этапах технологии. Теплообменные трубки конденсатора К-284 охлаждаются оборотной водой. Охлаждающая вода из собирается в коллектор и направляется через буферную емкость на градирню ЖМЗ для охлаждения и возврата в процесс.

Выпарные аппараты работают под вакуумом, поэтому отвод конденсата из греющих камер выпарных аппаратов ВА-281/1-3 должен осуществляться с помощью конденсатных насосов, либо других устройств пригодных для откачки конденсата из под вакуума.

Вакуум на выпарной установке создается с помощью водокольцевых вакуум-насосов ВН-283/1,2. Выходящая с насосов вода самотеком собирается в емкость Е-496/1 откуда направляется на градирню для охлаждения и возврата в процесс.

В процессе работы на внутренних поверхностях теплообменных труб греющих камер выпарных аппаратов могут образовываться отложения солей, которые приводят к падению производительности выпарных аппаратов и всей установки в целом. Для их удаления необходимо проводить химическую чистку теплообменных поверхностей. С этой целью аппарат подвергаемый чистке выводят из эксплуатации и заполняют промывным раствором из емкости Е-286а (3-5% азотная кислота). При помощи циркуляционного насоса Н-286б производится интенсивная циркуляция промывного раствора по контуру аппарата и отмывка загрязненных поверхностей. Использованный промывной раствор возвращается в емкость Е-286а. Раствор может использоваться несколько раз, затем с помощью насоса Н-286б он откачивается в реактор Р-244.

4.5 Кристаллизация и получение товарного железного купороса

Упаренный горячий раствор сульфата железа из реактора Р-285а насосами Н-285б/1,2 перекачивается в буферный реактор Р-296. Реактор оборудован змеевиком для нагрева раствора глухим паром для возможности разогрева раствора и растворения выпавших кристаллов железного купороса после вынужденных остановок, при нормальной работе подогреватель не используется. Из реактора Р-296 насосами Н-298/1,2 горячий раствор подается в реактор-кристаллизатор РК-297 оборудованный змеевиком охлаждения и тихоходной лопастной мешалкой. Затем в змеевиковый теплообменник подается охлаждающая вода и включается мешалка. Насыщенный раствор охлаждается до температуры 20-30°C, при этом из раствора выпадают кристаллы железного купороса. В процессе работы контролируется температура в реакторе кристаллизации а также для определения эффективности работы теплообменника температура воды на входе и выходе из него. Нагретая обратная вода отводится в общий коллектор, и через буферную емкость направляется на градирню ЖМЗ для охлаждения.

Пульпа содержащая кристаллы железного купороса насосами Н-298/1,2 по уровню перекачивается в напорный реактор Р-290, откуда самотеком подается в корыта барабанных вакуум-фильтров ФБ-291/1,2. При фильтрации кристаллы железного купороса отделяются от маточника кристаллизации, отдуваются, подсушиваются на фильтре, срезаются с барабана в течку и по весу затариваются в мягкие контейнеры типа МКР.

Маточный раствор после фильтрации под действием вакуума создаваемого водокольцевыми насосами ВН-295/1,2 через ресивер ВР-293/1,3 самотеком собирается в емкость Е-288, откуда насосом Н-289 периодически по мере заполнения откачивается в емкость Е-275 и затем возвращается на упаривание. Выходящая с насосов вода самотеком собирается в емкость Е-496/1 откуда направляется на градирню ЖМЗ для охлаждения.

4.6 Кристаллизация и получение товарного железного купороса

Упаренный горячий раствор сульфата железа из реактора Р-285а насосами Н-285б/1,2 перекачивается в буферный реактор Р-296 или реактор-кристаллизатор РК-297 Реактор Р-296 оборудован змеевиком для возможности разогрева раствора глухим паром и растворения выпавших кристаллов железного купороса после вынужденных остановок. При нормальной работе подогреватель не используется. Из реактора Р-296

насосами Н-298/1,2 горячий раствор направляется в реактор-кристаллизатор РК-297 оборудованный змеевиком для охлаждения и тихоходной лопастной мешалкой. Насыщенный раствор охлаждается до температуры 20-30°C, при этом из раствора выпадают кристаллы железного купороса. В процессе работы контролируется температура в реакторе и температура воды на входе и выходе из змеевика. Нагретая оборотная вода отводится в общий коллектор, и через буферную емкость направляется на градирню ЖМЗ для охлаждения.

Пульпа содержащая кристаллы железного купороса насосами Н-298/1,2 по уровню перекачивается в напорный реактор Р-290, откуда самотеком подается в корыта барабанных вакуум-фильтров ФБ-291/1,2. При фильтрации кристаллы железного купороса отделяются от маточника кристаллизации, отдуваются, подсушиваются на фильтре, срезаются с барабана в течку и по весу затариваются в мягкие контейнеры типа МКР.

Маточный раствор после фильтрации под действием вакуума создаваемого водокольцевыми насосами ВН-295/1,2 через ресивер ВР-293/1,3 самотеком собирается в емкость Е-288, откуда насосом Н-289 периодически по мере заполнения откачивается в емкость Е-275 и затем возвращается на упаривание. Выходящая с насосов вода самотеком собирается в емкость Е-496/1 откуда направляется на градирню ЖМЗ для охлаждения.

4.7 Сорбционное выделение рения

Фильтрат и промывная вода после фильтрации и промывки железо гипсового кека содержащая рений, серебро, медь и цинк собирается в емкости Е-257/1,2, затем насосами Н-258/1,2 по уровню перекачивается в буферные емкости Е-270/1,2, где также имеется возможность усреднения раствора по байпасной линии. После усреднения, раствор насосами Н-271/1,2 направляется в напорную емкость Е-300, перекачивание ведется по уровню емкости Е-300, подпитка производится автоматически по СУ. Выбор исходной емкости из которой производится перекачивание (Е-270/1 или 2) осуществляется оператором.

Также на период пусконаладочных работ предусмотрена линия по которой насосами Н-271/1,2 раствор содержащий медь, серебро, рений и цинк можно сразу направить на сорбцию меди в емкость Е-420 минуя стадии сорбции рения и серебра.

Раствор из емкости Е-300 с помощью системы клапан-расходомер дозируется на сорбцию рения, расход устанавливает оператор.

Сорбционный каскад состоит из 3-х колонн КС-303/1-3 соединенных последовательно. Сорбция ведется непрерывно на 2-х колоннах, третья в это время находится 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 в растворе на второй колонне появляется проскок по рению (5% от стех.), первая колонна выводится на регенерацию. Вместо нее подключается третья колонна с регенерированной смолой. Далее цикл повторяется, т.е. свежая колонна всегда подключается в хвост, а первая (по направлению движения раствора) выводится на регенерацию. Таким образом в сорбции участвуют 3 пары колонн: КС-303/1,2, КС-303/2,3, КС-303/3,1. Выбор пары сорбционных колонн осуществляется оператором, переключение производится автоматически.

Регенерация производится в 5 операций следующим образом:

1. Промывка сорбента от раствора сорбции: для этого из емкости Е-301 в нижнюю часть колонны с помощью дозирующего клапана и расходомера с определенным расходом подается промывная вода. Маточный раствор сорбции выдавливается промывной водой, выводится из верхней части колонны и затем самотеком собирается в емкость Е-304. Промывка сорбента от маточника сорбции производится двумя объемами промывной воды на один объем сорбента. Раствор и промывная вода после сорбции рения из емкости Е-304 насосами Н-305/1,2 по уровню перекачивается на сорбцию серебра в емкость Е-353.

2. Взрыхление сорбента: вывод промывной воды переключается на емкость Е-306. Скорость подачи раствора в нижнюю часть колонны увеличивается для поднятия слоя сорбента. Далее производится циркуляция одного и того же раствора через колонну из емкости Е-301 в емкость Е-306 в течение определенного времени. Промывной раствор взрыхления используется далее на операции промывки от десорбата.

3. Десорбция: десорбирующий раствор из емкости Е-302 с помощью дозирующего клапана и расходомера подается в нижнюю часть колонны. Вывод раствора осуществляется самотеком из верхней части в емкость Е-306, выводится один

объем раствора на объем сорбента, он представляет собой раствор взрыхления. Далее сбор выводимого раствора переключается на емкости Р-310/1,2, он представляет собой десорбат рения. Десорбция осуществляется тремя объемами десорбирующего раствора к объему сорбента, затем дозирование десорбирующего раствора прекращается. Собранный десорбат рения усредняется в реакторах Р-310/1,2 затем насосами Н-311/1,2 направляется в аппарат для отгонки аммиака АТР-312

4. Промывка сорбента от раствора десорбции: промывка сорбента после десорбции также как и после сорбции осуществляется промывной водой из напорной емкости Е-301. Промывная вода (раствор взрыхления) подается в нижнюю часть колонны с помощью дозирующего клапана и расходомера с определенным расходом. Вывод раствора осуществляется самотеком из верхней части колонны в реактора Р-310/1,2, раствор представляет собой десорбат рения, выводится 2 объема промывного раствора на объем сорбента, после этого сбор десорбата рения прекращается.

5. Взрыхление сорбента после десорбции: вывод промывной воды переключается на емкость Е-306. Скорость подачи раствора в нижнюю часть колонны увеличивается для поднятия слоя сорбента. Далее производится циркуляция одного и того же раствора через колонну из емкости Е-301 в емкость Е-306 в течение определенного времени. Промывной раствор взрыхления используется далее на операции промывки от маточника сорбции.

После проведения всех операций по регенерации сорбента колонну вновь можно подключать в цикл сорбции.

Также при возникновении необходимости предусмотрена возможность выгрузки сорбента из колонн КС-303/1-3. Для этого в каждой колонне предусмотрен смоляной эрлифт. Выгрузка производится следующим образом: емкость Е-306 наполовину заполняется водой (раствором взрыхления), включается воздушное перемешивание.

В колонне, которую необходимо разгрузить производится взрыхление сорбента, далее при подаче воды под нижний дренаж колонны открывается подача воздуха в смоляной эрлифт. Смоляная пульпа из колонны сбрасывается в емкость Е-306.

При необходимости отмывки сорбента в емкости Е-306 смоляная пульпа разбавляется водой, затем перемешивается воздухом. После этого производится отстаивание смолы от жидкой части. Раствор промывки откачивается из емкости Е-306 по среднему переливу насосом Н-307 в буферный реактор Р-334 и далее на сброс в реактор Р-244.

Для закачки сорбента обратно в колонну сорбции смоляная пульпа при перемешивании и постоянном разбавлении водой откачивается через нижний перелив емкости Е-306 насосом Н-307. Избыток промывной воды выводится из колонны самотеком в приемочный лоток и затем перекачивается на сброс или в оборот.

Также существует линия слива раствора от каждой колонны в емкость Е-304 и реакторы Р-310/1,2. Выбор приемной емкости осуществляется оператором.

4.8 Отгонка аммиака. Сорбционное концентрирование рения

Усредненный десорбат рения из реакторов Р-310/1,2 насосами Н-311/1,2 по уровню закачивается в аппарат отгонки аммиака АТР-312. Аппарат представляет собой комбинацию реактора и колонны. Кубовая часть аппарата оснащена змеевиковым теплообменником для нагрева раствора глухим паром. Колонна с тарелками, установленная на крышке аппарата, орошается раствором с помощью насосов Н-313/1,2.

Отгонка аммиака производится в периодическом режиме следующим образом: в заполненной десорбатом рения кубовой части аппарата включается перемешивание. Затем с помощью насосов Н-313/1,2 устанавливается необходимая плотность орошения колонны. После чего раствор нагревается до рабочей температуры (80-95°C). Для увеличения скорости отгонки аммиака в кубовую часть подается воздух на дополнительный барботаж раствора.

При нагревании раствора избыток аммиака из раствора переходит в газовую фазу и выводится из аппарата на стадию улавливания. Раствор выдерживается при рабочей температуре и орошении до полной отгонки избыточного аммиака. Контроль температуры осуществляется автоматически. Также при отгонке контролируется разряжение и уровень раствора в аппарате АТР-312.

После окончания процесса отгонки нагрев выключается, газоочистная линия переключается на санитарное улавливание (напрямую в СК-404) раствор охлаждается барботируемым воздухом до 50-60°C и насосами Н-313/1,2 перекачивается в емкость Е-323. Также имеется возможность возврата маточника после кристаллизации черного перрената аммония в емкость Е-323 из нутч-фильтра НФ-340а насосом Н-340б

В десорбат Е-323 из емкости Е-402 насосами Н-403/1,2 закачивается серная кислота для подкисления его до значения рН~2,5-3,0, раствор усредняется барботированием воздуха. Далее усредненный раствор насосом Н-324 направляется на сорбционное концентрирование рения. Сорбционное концентрирование рения проводится на такой же смоле, что и основная сорбция.

Сорбционное концентрирование рения в колоннах с неподвижным слоем сорбента проводится периодически следующим образом:

Исходный раствор из емкости Е-323 дозирующим насосом Н-324 подается в одну из колонн сорбции поз. КС-303/1-3 (в зависимости от того какая колонна является головной). 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-336. Когда на второй колонне в растворе появляется проскок по рению (5% от стех.), смола первой колонны выводится на регенерацию. Вместо нее подключается третья колонна с регенерированной смолой. Далее цикл повторяется, т.е. свежая колонна все время подключается в хвост, а первая по раствору выводится на регенерацию. Таким образом в сорбции участвуют 3 пары колонн: КС-338/1,2, КС-338/2,3, КС-338/3,1. Выбор пары сорбционных колонн осуществляется оператором, переключение производится автоматически.

Регенерация производится в 7 операций следующим образом:

1. Промывка сорбента от раствора сорбции: для этого из емкости Е-319 в нижнюю часть колонны с помощью дозирующего насоса Н-320 подается промывная вода. Маточный раствор сорбции выдавливается промывной водой, выводится из верхней части колонны и самотеком собирается в емкость Е-336. Промывка сорбента от маточника сорбционного концентрирования производится двумя объемами промывной воды на один объем сорбента. Раствор и промывная вода после сорбционного концентрирования рения из емкости Е-336 насосом Н-337 по уровню перекачивается в реактор сбора сточных вод Р-334.

2. Взрыхление сорбента: вывод промывной воды переключается на емкость Е-330. Скорость подачи раствора в нижнюю часть колонны увеличивается для поднятия слоя сорбента. Далее производится циркуляция одного и того же раствора через колонну из емкости Е-330 в емкость Е-319 в течение определенного времени. Промывной раствор взрыхления используется далее на операции промывки от десорбата.

3. Десорбция: десорбирующий раствор из емкости Е-321 с помощью дозирующего насоса Н-322 подается в нижнюю часть колонны с определенной скоростью. Вывод раствора осуществляется самотеком из верхней части в емкость Е-330, выводится один объем раствора на объем сорбента, он представляет собой раствор взрыхления. Далее сбор выводимого раствора переключается на емкость Е-332, он представляет собой насыщенный десорбат рения. Десорбция осуществляется тремя

объемами десорбирующего раствора к объему сорбента, затем дозирование десорбирующего раствора прекращается. Собранный десорбат рения насосом Н-333 по уровню передается на дальнейшую переработку в выпарной аппарат ВА-338а.

4. Промывка сорбента от раствора десорбции: промывка сорбента после десорбции также как и после сорбции осуществляется промывной водой из емкости Е-319. Промывная вода (раствор взрыхления) подается в нижнюю часть колонны с помощью дозирующего насоса Н-320. Раствор (десорбат рения) выводится самотеком из верхней части колонны в емкость Е-332, выводится 2 объема раствора на объем сорбента, после этого сбор десорбата рения прекращается.

5. Взрыхление сорбента после десорбции: вывод промывной воды переключается на реактор Р-329. Скорость подачи раствора в нижнюю часть колонны увеличивается для поднятия слоя сорбента. Далее производится циркуляция одного и того же раствора через колонну из емкости Е-327 в реактор Р-329а с помощью насоса Н-328 в течение определенного времени. Промывной раствор взрыхления используется далее на операции промывки, пока он не насытится по аммиаку, затем с помощью насоса Н-329б раствор откачивается на абсорбцию аммиака в АТН-314.

6. Конверсия сорбента в SO_4 -форму: в емкость Е-325 заливается 15% раствор серной кислоты. Затем с помощью насоса Н-326 раствор подается в верхнюю часть колонны. Конверсия проводится двумя объемами сернокислого раствора на объем сорбента в колонне. Вывод первого объема раствора осуществляется самотеком из верхней части колонны в реактор Р-329а, он представляет собой промывную воду взрыхления. Второй объем раствора выводится в емкость Е-336 и затем насосом Н-337 направляется на утилизацию.

7. Промывка от раствора конверсии и взрыхление: промывка осуществляется из емкости Е-319 технической водой. Объем промывного раствора после конверсии равен двум объемам сорбента, первый объем выводится в емкость Е-336, второй используется для взрыхления. Циркуляция растворов на взрыхлении производится через емкость Е-319, колонну и емкость Е-330. Раствор взрыхления используется далее для отмывки сорбента от маточника сорбции.

После проведения всех операций по регенерации сорбента колонну можно подключать в цикл сорбции.

Также при возникновении необходимости предусмотрена возможность выгрузки сорбента из колонн КС-338/1-3. Для этого в каждой колонне предусмотрен смоляной эрлифт. Выгрузка производится следующим образом:

Емкость Е-330 наполовину заполняется водой (раствором взрыхления).

В колонне, которую необходимо разгрузить производится взрыхление сорбента, далее при подаче воды под нижний дренаж колонны открывается подача воздуха в смоляной эрлифт. Смоляная пульпа из колонны сбрасывается в емкость Е-330.

При необходимости отмывки сорбента в емкости Е-330 смоляная пульпа разбавляется водой, затем перемешивается барботажем воздуха. После этого производится отстаивание смолы от жидкой части. Раствор промывки откачивается из емкости Е-330 по среднему переливу насосом Н-331 в буферный реактор Р-334 и далее на сброс в реактор Р-244. При необходимости операцию повторяют несколько раз.

При необходимости закачки сорбента обратно в колонну сорбции смоляная пульпа при перемешивании и постоянном разбавлении водой откачивается через нижний перелив емкости Е-330 насосом Н-331. Избыток промывной воды выводится из колонны самотеком в приемочный лоток и затем перекачивается на сброс или в оборот.

В реактор Р-334 собираются отработанные растворы с отделений сорбции, очистки сдувок и получения железного купороса, затем насосом Н-335/1,2 передаются в реактор Р-244 на распульповку отвального кека.

4.9 Получение товарного перрената аммония

Десорбат рения после сорбционного концентрирования из емкости Е-332 насосом Н-333 по уровню перекачивается в выпарной аппарат ВА-338а. В этот же аппарат при необходимости возвращается дренаж с патронного фильтра ПФ-346. Затем выпарной аппарат нагревается ТЭНами

В процессе упаривания температура в выпарном аппарате поддерживается на уровне 80-100 °С, также контролируется уровень упариваемого раствора. Для интенсификации процесса в выпарной аппарат подается воздух для барботирования упариваемого раствора.

ГВС из выпарного аппарата просасывается через кожухотрубчатый водоохлаждаемый теплообменник ТО-344 вентилятором В-345, где упариваемая влага конденсируется, конденсат из теплообменника самотеком сливается в ловушку Л-343, откуда выводится в емкость Е-342. Конденсат используется для растворения кристаллов черного перрената аммония в реакторе Р-341, либо для приготовления десорбирующего раствора аммиачной воды в реакторе Р-317. В процессе упаривания контролируется разряжение на выходе из аппарата ВА-338а и на выходе из

теплообменника ТО-344. Для определения эффективности работы теплообменника контролируется температура охлаждающей воды на входе и на выходе из теплообменника.

ГВС после теплообменника ТО-344 поступает на улавливание аммиака в аппарат АТН-314 и затем через систему санитарной газоочистки выбрасывается в атмосферу.

При понижении уровня упариваемого раствора в выпарной аппарат постоянно насосом Н-333 из емкости Е-332 подкачивается свежий десорбат рения, таким образом концентрация рения в растворе повышается, а объем остается постоянным. В конце упаривания нагрев выключается, раствор охлаждается (до 60-70°C) и сливается в кристаллизатор КР-339.

Кристаллизация производится следующим образом: после переливания горячего раствора в кристаллизатор КР-339 включается перемешивание и затем в рубашку охлаждения подается вода. Раствор выдерживается при перемешивании до достижения температуры 25-30°C, при этом из него выпадают кристаллы черного перрената аммония. В процессе работы контролируется температура охлаждаемого раствора и температура теплоносителя на входе и выходе из рубашки кристаллизатора КР-339.

После завершения процесса маточник с кристаллами черного перрената аммония выпускается из аппарата КР-339 на нутч-фильтр НФ-340а, где происходит отделение кристаллов от раствора. Нутч-фильтр работает под вакуумом создаваемым водокольцевым вакуумным насосом ВН-352. Техническая вода после прохождения вакуумного насоса самотеком поступает в Е-496/1 откуда направляется на градирню ЖМЗ для охлаждения.

Маточный раствор черновой кристаллизации перрената аммония из нутч-фильтра НФ-340а насосом Н-340б возвращается на упаривание выпарной аппарат ВА-338а, при накоплении большого количества примесей в обороте и необходимости вывода его из процесса имеется возможность перекачивания этого раствора насосом Н-340б на сорбционное концентрирование в емкость Е-323.

Влажные кристаллы черного перрената аммония затариваются в полиэтиленовые бочки с крышками и накапливаются для проведения перечистки и получения товарного перрената аммония. Для этого в реактор Р-341 по уровню заливается обессоленная вода, затем с помощью ТЭНов она нагревается и при перемешивании загружается навеска кристаллов черного перрената аммония. После этого производится выдержка раствора при перемешивании. Во время растворения

контролируется уровень в реакторе Р-341 и температура раствора, при необходимости раствор подогревается в автоматическом режиме.

После растворения раствор фильтруется на патронном фильтре ПФ-346 от механических примесей. Для этого рубашку патронного фильтра подается горячая вода для его прогрева. Затем насосом Н-350 из реактора Р-341 раствор перрената аммония прокачивается через фильтр, горячий фильтрат собирается в выпарной аппарат ВА-349. После заполнения ВА-349 проводится упаривание раствора рения, кристаллизация и фильтрация кристаллов товарного перрената. Работа аппаратов ВА-349, КР-347 и НФ-351а происходит аналогично аппаратам ВА-338а, КР-339 и НФ-351а, описание работы приведено выше.

Маточник кристаллизации товарного перрената аммония с нутч-фильтра НФ-351а насосом Н-351б возвращается на растворение в реактор Р-341, либо при накоплении примесей этим же насосом может быть перекачен на сорбционное концентрирование рения в емкость Е-323. Так же есть возможность возврата маточника в кристаллизатор КР-347

Влажные кристаллы товарного перрената аммония подвергаются атмосферной сушке в чистом вентилируемом помещении, затариваются в двойные полиэтиленовые мешки или в пластиковые контейнеры и пломбируются.

Нагретая охлаждающая вода из аппаратов КР-339, ТО-344 и КР-347 собирается в общий коллектор, направляется в сборную емкость и затем направляется на градирню ЖМЗ и в оборот.

4.10 Сорбция серебра

Исходный раствор на сорбцию серебра после сорбции рения из емкости Е-304 насосами Н-305/1,2 по уровню откачивается в напорный реактор Р-353, где усредняется.

Раствор из реактора Р-353 с помощью системы клапан-расходомер дозируется на сорбцию серебра, расход устанавливает оператор.

Сорбция серебра в колоннах с неподвижным слоем сорбента проводится следующим образом: Исходный раствор из напорного реактора Р-353 подается в распределительный коллектор головной колонны сорбции КС-356/1-3. 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 серебра выводится из колонны и собирается в емкости маточного раствора Е-357.

Когда на второй колонне в растворе появляется проскок по серебру (5% от стех.), смола первой колонны выводится на регенерацию. Вместо нее подключается третья колонна с регенерированной смолой. Далее цикл повторяется, т.е. свежая колонна все время подключается в хвост, а первая по раствору выводится на регенерацию. Таким образом в сорбции участвуют 3 пары колонн: КС-356/1,2, КС-356/2,3, КС-356/3,1. Выбор пары сорбционных колонн осуществляется оператором, переключение производится автоматически. После насыщения сорбента по серебру колонна переключается на регенерацию

Регенерация производится в 5 операций следующим образом:

1. Промывка сорбента от раствора сорбции: для этого из емкости Е-355 в нижнюю часть колонны с помощью дозирующего клапана и расходомера подается промывная вода. Маточный раствор сорбции выдавливается промывной водой, выводится из верхней части колонны и самотеком собирается в емкость Е-357. Промывка сорбента от маточника сорбции производится двумя объемами промывной воды на один объем сорбента. Раствор и промывная вода после сорбции серебра из емкости Е-357 насосами Н-358/1,2 по уровню перекачивается на сорбцию меди в емкость Е-420.

2. Взрыхление сорбента: вывод промывной воды переключается на реактор Р-359а. Скорость подачи раствора в нижнюю часть колонны увеличивается для поднятия слоя сорбента. Далее производится циркуляция одного и того же раствора через колонну из емкости Е-355 в реактор Р-359а (перекачивание осуществляется насосом Н-359б). Промывной раствор взрыхления используется на операции промывки от десорбата.

3. Десорбция: десорбирующий раствор тиомочевины из емкости Е-354 с помощью дозирующего клапана и расходомера подается в нижнюю часть колонны. Вывод раствора осуществляется самотеком из верхней части в реактор Р-359а, выводится один объем раствора на объем сорбента, он представляет собой раствор взрыхления. Далее сбор выводимого раствора переключается на емкость Е-360, он представляет собой десорбат серебра. Десорбция осуществляется четырьмя объемами десорбирующего раствора к объему сорбента, затем дозирование десорбирующего раствора прекращается. Собранный десорбат серебра усредняется насосом Н-361 по байпасной линии и этим же насосом перекачивается на электролиз серебра.

4. Промывка сорбента от раствора десорбции осуществляется промывной водой из напорной емкости Е-355. Промывная вода (раствор взрыхления) подается в нижнюю часть колонны с помощью дозирующего клапана и расходомера. Вывод раствора осуществляется самотеком из верхней части колонны в емкость Е-360, раствор представляет собой десорбат серебра, выводится 1 объем промывного раствора на объем сорбента, после этого сбор десорбата серебра прекращается.

5. Взрыхление сорбента после десорбции: вывод промывной воды переключается на реактор Р-359а. Скорость подачи раствора в нижнюю часть колонны увеличивается для поднятия слоя сорбента. Далее производится циркуляция одного и того же раствора через колонну из емкости Е-355 в реактор Р-359а (перекачивание осуществляется насосом Н-359б). Промывной раствор взрыхления используется далее на операции промывки от маточника сорбции.

После проведения всех операций по регенерации сорбента колонну можно подключать в цикл сорбции.

Также при возникновении необходимости предусмотрена возможность выгрузки сорбента из колонн КС-356/1-3. Для этого в каждой колонне предусмотрен смоляной эрлифт. Выгрузка производится следующим образом: реактор Е-359а наполовину заполняется водой (раствором взрыхления), включается перемешивание.

В колонне, которую необходимо разгрузить производится взрыхление сорбента, далее при подаче воды под нижний дренаж колонны открывается подача воздуха в смоляной эрлифт. Смоляная пульпа из колонны сбрасывается в реактор Р-359а.

При необходимости отмывки сорбента в реакторе Р-359а смоляная пульпа разбавляется водой, затем перемешивается. После этого производится отстаивание смолы от жидкой части. Раствор промывки откачивается из реактора по среднему переливу насосом Н-359б в буферный реактор Р-334 и далее на сброс в реактор Р-244.

Для закачки сорбента обратно в колонну сорбции смоляная пульпа при перемешивании и постоянном разбавлении водой откачивается через нижний перелив реактора Р-359а насосом Н-359б. Избыток промывной воды выводится из колонны самотеком в приемочный лоток и затем перекачивается на сброс или в оборот.

Также существует линия слива раствора от каждой колонны в реактор Р-359а, Р-360 и емкость Е-357. Выбор приемной емкости осуществляется оператором.

4.11 Электролиз серебра

Товарный десорбат который в процессе электролиза является католитом, из приемной емкости Е-360 насосом Н-361 перекачивается в отделение электролиза в реактор Р-516 оснащенный змеевиком для нагрева. Католит при непрерывном перемешивании нагревается до $t=40$ °С и с помощью системы клапан-расходомер дозируется в прикатодное пространство электролизера №1.

В прианодное пространство насосом Н-522 из емкости Е-521 непрерывно подается анолит (раствор серной кислоты с концентрацией 20 г/л). Слив анолита из последней камеры электролизера осуществляется самотеком по верхнему уровню в емкость Е-521. Отработанный католит самотеком перетекает в реактор Р-519. В зависимости от содержания серебра отработанный католит насосом Н-520 из Р-519 направляется в Р-411 или возвращается в Р-516.

После завершения процесса электролитического осаждения серебра в электролизере №1 подача электрического тока и циркуляция католита и анолита прекращаются. Далее катоды извлекаются из электролизера №1 для удаления остатков серебросодержащего осадка и промываются водой или отработанным католитом. Содержимое катодных камер электролизера №1 (остатки электролита и серебросодержащий осадок) насосом Н-523 перекачивается на нутч-фильтр НФ-524, катодные камеры промываются водой или отработанным католитом для полного удаления серебросодержащего осадка.

Промывной раствор также направляется на НФ-524. После окончания операции промывки, катоды возвращаются в электролизер №1. Во время разгрузки, очистки и подготовки к работе электролизера № 1 подача католита и серной кислоты переключается на электролизер №2.

Осветленный раствор (фильтрат) из приемной емкости НФ-524, сливается в Е-525. Из приемной емкости Е-525 насосом Н-526 раствор перекачивается в Р-411, где по результатам хим. анализа проводится корректировка содержания серной кислоты и тиомочевины. При достижении оптимальных параметров раствор из реактора Р-411 перекачивается насосом Н-412 в реактор Р-354 для использования его в следующих циклах десорбции серебра в качестве десорбирующего раствора.

Если фильтрат представляет собой промывную воду, после операции промывки катодов и катодных ячеек, то он используется для репульпации отвального кека. Серебросодержащий осадок после водной промывки на нутч-фильтре НФ-524 и высушивания при $t=120$ °С

На следующей стадии серебросодержащий осадок расплавляют в тигельной печи ПТ-527 и отливают золото-серебряные аноды

Полученные аноды помещают в электролизную ванну ЭВ-528/1,2 заполненную раствором азотной кислоты и подают напряжение. Для исключения попадания нерастворимых анодных примесей в ванну электролиза анодное пространство отделено специальными сетчатыми карманами. В процессе электро-рафинирования ионы серебра растворяются и под действием электрического тока направляются к катоду. В прикатодном пространстве серебро восстанавливается образуя серебросодержащий осадок который осыпается на дно электролизной ванны. Нерастворимые примеси задерживаются в кармане и по мере накопления направляются на дальнейшую переработку. После завершения процесса рафинирования содержимое ванны через сито сливается в циркуляционный бак Е-530. Отработанный электролит насосом Н-531 возвращается на стадию электролиза в ЭВ-528/1,2. Рафинированный серебросодержащий осадок промывают, высушивают и загружают в тигельную печь ПТ-527 для выплавки серебрянных слитков

4.12 Сорбция меди в каскаде пачуков

Сорбция меди осуществляется следующим образом: исходный раствор на сорбцию из емкости Е-420 с помощью системы клапан-расходомер дозируется в первый пачук сорбционного каскада ПСП-421/1. Раствор самотеком через перетоки проходя по каскаду сорбции от пачука ПСП-421/1 к пачуку ПСП-421/5 обедняется по меди и по переливу дренажного устройства пачука ПСП-421/5 выводится в первый реактор каскада отстоя смолы Р-422/1.

Регенерированный оборотный сорбент в виде смоляной пульпы поступает в последний пачук каскада ПСП-421/5 после отмывки от раствора десорбции в колонне КДС-453, затем эрлифтами направляется противотоком к раствору и проходит все аппараты каскада. После насыщения медью, сорбент выводится из первого пачука ПСП-421/1 и поступает на ленточный фильтр ЛФ-437, где отделяется от транспортирующего раствора.

ПГС из пачуков собирается в общий газовый коллектор и направляется в пачук ПСП-421/6, который выполняет роль ловушки, в нем скапливаются унесенные барботажем капли жидкости. Предусматривается возможность вернуть накопившийся раствор из пачука ПСП-421/6 в любой пачук сорбции с помощью аэрлифта, либо

сбросить в приямок и перекачать на утилизацию. ПГС пройдя через ловушку направляется на очистку кислых сдувок в систему газоочистки скруббера СК-448а.

Пачук ПСП-421/7 служит буфером для хранения свежего сорбента, при необходимости ионит может быть перекачан в любой пачук действующего СДК с помощью эрлифта. Также при необходимости опорожнения любого пачука сорбции пачуки ПСП-421/6,7 могут являться буферами для хранения раствора и смоляной пульпы.

Для опорожнения и промывки смолы любой пачук можно дренировать в приямок сорбции, откуда смоляную пульпу возможно перекачать насосом Н-250 в каскад отстоя смолы реакторы Р-422/1,2. Возврат промытого сорбента в пачуки осуществляется насосом Н-423/1,2.

В процессе сорбции непрерывно контролируются: уровни раствора в пачуках, расходы смоляной пульпы при перекачивании из аппаратов в аппарат, содержание смолы в перекачиваемой смоляной пульпе (контролируется методами КИП, либо вручную обслуживающим персоналом). При забивании перетоков пачуков предусматривается их продувка сжатым воздухом, при забивании сетки дренажей пачуков предусматривается их быстрая замена. Также в процессе сорбции контролируется количество воздуха подаваемого на перемешивание. Количеством воздуха подаваемого на перекачивание смоляной пульпы регулируется производительность смоляных эрлифтов и перекачивание смолы по каскаду в целом.

Маточник сорбции меди из пачука ПСП-421/5 через верхний дренаж по переливной трубе поступает в первый реактор-отстойник Р-422/1 каскада отстоя смолы.

Проскочивший через дренаж пачука сорбент (мелочь, либо частицы разрушенного сорбента) опускается на дно реактора, а раствор по переливу перетекает во второй реактор каскада Р-422/2. Также имеется возможность переключения основного потока раствора для приема его во второй реактор Р-422/2, если первый находится на ремонте или с ним производятся какие-либо операции (отмывка сорбента, его возврат, либо сброс мелочи на утилизацию)

Из реактора Р-422/2 раствор также самотеком переливается в последний реактор каскада отстоя смолы Р-424. В реакторе Р-424 мешалка работает постоянно и откачка раствора ведется при срабатывании датчика верхнего уровня (ВУ) автоматически. Насосы Н-425/1,2 отключаются по нижнему уровню (НУ) в Р-424.

Для освобождения каскада отстоя смолы (конкретно реактора Р-422/1) от твердого основного потока из пачука ПСП-421/5 переключают в реактор Р-422/2, затем действуют в зависимости от конкретной задачи.

- если это мелочь и разрушенный сорбент: реактор Р-422/1 (жидкая часть над слоем смолы) насосами Н-423/1,2 откачивается по верхнему всасу в приямок, затем в него заливается обратная вода, включается перемешивание. Перекачивание производится по нижнему всасу реактора, пульпа направляется в приямок и затем на утилизацию;

- если это сорбент который необходимо вернуть в процесс: реактор Р-422/1 (жидкая часть над слоем смолы) насосами Н-423/1,2 откачивается по верхнему всасу в приямок, затем в него заливается обратная вода, включается перемешивание на 10-15 минут. После этого сорбент отстаивается и промывная вода также по верхнему всасу реактора перекачивается в приямок. Последующие операции отмывки сорбента проводятся аналогично, пока не будет достигнуто необходимое качество.

Перед возвратом смола также распульповывается водой и насосами Н-423/1,2 при постоянном перемешивании перекачивается либо в пачуки сорбции ПСП-421/1-5, либо в буферные пачуки ПСП-421/6,7.

После этого мешалка в реакторе Р-422/1 выключается, линия слива из пачука ПСП-421/7 переводится снова в Р-422/1 и цикл повторяется.

4.13 Десорбция меди в непрерывном режиме

Насыщенный медью сорбент аэрлифтом из пачука ПСП-421/1 перекачивается на ленточный фильтр ЛФ-437 для отделения его от транспортного раствора.

Сорбент с транспортным раствором двигаясь по ленте фильтра попадают в зону фильтрации, где раствор с помощью вакуума высасывается через фильтровальную перегородку. Осушенный сорбент двигаясь далее по ленте попадает в зону промывки, где происходит его орошение промывной водой, которая также просасывается через фильтровальную перегородку. Раствор и промывная вода под действием вакуума создаваемого насосом Н-447/1 поступает в ресивер ВР-438, откуда самотеком через гидрозатвор разгружается в емкость Е-426. При заполнении емкости Е-426, она насосами Н-427/1,2 по уровню откачивается обратно на сорбцию меди в емкость Е-420.

При работе ленточного фильтра, качество отмывки регулируется количеством подаваемого на фильтр промывного раствора, а объемная циркуляция сорбента настраивается скоростью подачи ленты фильтра.

Пройдя всю ленту промытый и осушенный сорбент по течке ленточного фильтра сбрасывается в колонну КДС-451 на дополнительную отмывку.

Промывная вода подается в колонну КДС-451 из емкости Е-436 насосом Е-436а и пройдя снизу вверх противотоком сорбенту через дренажное устройство самотеком выводится в емкость Е-430. Пройдя цикл отмывки промывная вода из емкости Е-430 насосами Н-431/1,2 по уровню по верхнему всасу снова перекачивается в буферную емкость Е-436 и цикл промывки повторяется. Промывная вода используется в обороте несколько раз. При необходимости сбросить промывную воду из емкости Е-430, линия от насосов Н-431 переключается на реактор Р-334.

Отмытый в колонне КДС-451 сорбент эрлифтом перекачивается на ленточный фильтр ЛФ-464, где происходит его отделение от транспортного раствора представляющего собой промывную воду. Транспортный раствор и промывная вода Раствор и промывная вода под действием вакуума создаваемого насосом Н-447/2 через ресивер ВР-466 поступают в емкость Е-430.

Промытый осушенный сорбент по течке ленточного фильтра сбрасывается в колонну ПИК-452/1 на десорбцию. При работе ленточного фильтра качество отмывки также регулируется количеством подаваемого на фильтр промывного раствора, а объемная циркуляция сорбента настраивается скоростью подачи ленты фильтра.

Десорбция меди из насыщенного отмытого сорбента проводится в каскаде из 3-х противоточных ионообменных колонн ПИК-452/1-3.

Десорбция происходит следующим образом: насыщенный сорбент через течку ленточного фильтра ЛФ-464 непрерывно сбрасывается в колонну ПИК-452/1. Из емкости Е-440 противотоком к сорбенту насосом Н-440а под нижний дренаж колонны подается десорбирующий раствор, который пройдя через колонну выводится через верхний дренаж. Сорбент выводится из колонны ПИК-452/1 в ПИК-452/2 при помощи аэрлифт и т. д.

Таким образом осуществляется движение сорбента в противотоке к десорбирующему раствору по колоннам ПИК-452/1-3.

Противоток десорбирующего раствора по отношению к движению сорбента осуществляется следующим образом: раствор (обедненный по меди электролит с участка электролиза) насосами Н-509, Н-510, Н-512 перекачивается в буферные емкости

Е-418/1,2 работающие попеременно (одна срабатывается, вторая заполняется), откуда насосами Н-419/1,2 по уровню перекачивается в емкость Е-442. Свежий десорбирующий раствор из емкости Е-442 насосом Н-442а направляется под нижний дренаж колонны ПИК-452/3, проходит колонну снизу вверх и через верхний дренаж самотеком попадает в колено эрлифта, откуда перекачивается в емкость Е-441.

Далее раствор из Е-441 насосом Н-441а также подается в нижнюю часть колонны ПИК-452/2, проходит ее и через верхний дренаж выводится в колено следующего аэрлифта, откуда попадает в емкость Е-440. Далее раствор из емкости Е-440 насосом Н-440а подается вниз колонны ПИК-452/1.

После колонны ПИК-452/1 имеется возможность вывести насыщенный десорбат в емкость Е-428, это происходит тогда, когда концентрация его по меди приемлема для участка электролиза.

Если концентрация меди в десорбате ниже регламентированной, десорбат при помощи аэрлифта возвращается в емкость Е-440, откуда повторно направляется в колонну ПИК-452/1. При этом вывод товарного десорбата в емкость Е-428 будет осуществляться самотеком через верхний перелив емкости Е-440.

Регулирование перекачки смоляных эрлифтов между колоннами ПИК и КДС осуществляется количеством подаваемого на перекачивание воздуха.

Регулирование перекачки растворных эрлифтов между колоннами ПИК и напорными емкостями также осуществляется количеством подаваемого на перекачивание воздуха.

Насыщенный по меди десорбат из емкости Е-428 насосами Н-429/1,2 направляется на участок электролиза меди. На период пуска или для возможности максимального насыщения десорбата медью предусмотрена линия возврата полученного десорбата из емкости Е-428 насосами Н-429/1,2 в любую напорную емкость десорбционного каскада Е-440, Е-441, Е-442.

Освобожденный от меди сорбент из колонны ПИК-452/3 аэрлифтом перекачивается на ленточный фильтр ЛФ-444, где происходит отделение его от транспортного раствора (он является ненасыщенным десорбатом) и основная промывка от него. Промывной раствор фильтра ЛФ-444 и отделенный транспортный раствор под действием вакуума создаваемого насосом Н-447/3 поступают в ресивер ВР-445 и самотеком возвращаются в емкость Е-418/1 (или Е-418/2), откуда в данный момент происходит забор десорбирующего раствора и затем возвращаются на десорбцию.

Отмывка осушенного после фильтра ЛФ-444 сорбента в колонне КДС-453 происходит аналогично отмывке его в колонне КДС-451, с той разницей, что для отмывки используется свежая (необоротная) промывная вода, которая подается на колонну из емкости Е-443 насосом Н-443а. Промывная вода после колонны КДС-453 самотеком выходит через верхний дренаж и собирается в емкость Е-432. Для уменьшения количества используемой для промывки воды, предусмотрена ее циркуляция насосами Н-433/1,2 между емкостью Е-443, через колонну КДС-453 в емкость Е-432. При отработке определенного количества циклов промывная вода из колонны передается из емкости Е-432 насосами Н-433/1,2 в емкость Е-436 для использования ее на промывке от маточника сорбции.

При необходимости освобождения колонн КДС растворы из них дренируются в приямок отделения сорбции, при необходимости освобождения колонн ПИК растворы из них дренируются в емкость Е-428 с последующим возвратом в колонны.

Каскад десорбции работает полностью в автоматическом режиме, включая перекачивания, растворов и сорбента, насосы подачи промывных вод и десорбирующего раствора, контроль осуществляется оператором

4.14 Электролиз меди

Насыщенный по меди десорбат из емкости Е-428 насосами Н-429/1,2 направляется на участок электролиза меди в ёмкость для хранения медного электролита Е-536. Далее электролит насосами Н-509 Н-510 перекачивается в циркуляционный бак Е-537. Для регулирования скорости подачи существует байпасная линия от Н-509 и Н-510 в Е-536

В процессе электролиза в качестве реагентов используются растворы викасола, сульфата кобальта и вспенивателя

Для приготовления раствора викасола в реактор Р-359 заливается вода, и при постоянном перемешивании засыпается порошкообразный викасол. После полного растворения реагента раствор самотеком сливается в буферную Емкость Е-540, откуда насосом Е-540/а дозируется в циркуляционный бак.

Приготовление раствора сульфата кобальта осуществляется аналогичным образом в реакторе Р-541, откуда насосом Н-541/а дозируется в Е-537.

Далее смесь медного электролита и вспомогательных реагентов насосами Н-511 или Н-513 прокачивается через теплообменник ТО-538 где нагревается глухим паром до

температуры 40-50°C. Необходимая скорость подачи раствора устанавливается с помощью насосов Н-511 и Н-513 оснащенных частотными преобразователями.

Образовавшийся в теплообменнике конденсат самотеком сливается в емкость для сбора конденсата Е-546, откуда насосом (Н-хсм) перекачивается в ванну для промывки медных катодов.

Подогретый электролит через общий коллектор поступает в электролизные ванны, где под действием электрического тока происходит восстановление меди на катодных матрицах. Обедненный по меди электролит самотеком сливается в емкость для отработанного электролита Е-544.

После достижения необходимой толщины медные катоды извлекаются из ванн и направляются на промывку в емкость оснащенную душирующим устройством Е-545.

Далее катодная медь сдирается с матриц и направляется на склад готовой продукции.

Отработанный электролит из емкости Е-544 насосом Н-512 возвращается на стадию десорбции меди в Е-418/1,2 в качестве десорбирующего раствора.

4.15 Получение цинкового купороса

Раствора после сорбции меди из реактора Р-424 насосами Н-425/1,2 перекачивается на сорбцию цинка в напорную емкость Е-368, выбор линии перекачивания от насосов осуществляется оператором.

Сорбция цинка в колоннах с неподвижным слоем сорбента проводится следующим образом:

Исходный раствор из напорной емкости Е-368 подается в распределительный коллектор головной колонны сорбции КС-371/1-3. 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 цинка выводится из колонны и собирается в емкости бросового раствора Е-362. Когда на второй колонне в растворе появляется проскок по цинку (5% от стех.), смола первой колонны выводится на регенерацию. Вместо нее подключается третья колонна с регенерированной смолой. Далее цикл повторяется, т.е. свежая колонна все время подключается в хвост, а первая по раствору выводится на регенерацию. Таким образом в сорбции участвуют 3 пары колонн: КС-371/1,2, КС-372/2,3, КС-373/3,1. Выбор пары сорбционных колонн осуществляется оператором,

переключение производится автоматически. После насыщения цинком, головная колонна переключается на регенерацию.

Регенерация производится в 5 операций следующим образом: в реактор Р-369 из реактора приготовления Р-415 насосами Н-416/1,2 принимается 15% раствор серной кислоты для десорбции. При необходимости уменьшить концентрацию десорбирующего раствора принимается только определенный объем 15% раствора, затем в реактор Р-369 доливается вода от сети и раствор усредняется.

1. Промывка сорбента от раствора сорбции: для этого из емкости Е-370 в нижнюю часть колонны с помощью дозирующего клапана и расходомера подается промывная вода. Маточный раствор сорбции выдавливается промывной водой, выводится из верхней части колонны и самотеком направляется в емкость Е-362. Промывка сорбента от маточника сорбции цинка производится двумя объемами промывной воды на один объем сорбента, в емкость Е-362 выводится один объем. Раствор и промывная вода после сорбции цинка являющиеся обратными из емкости Е-362 насосом Н-363 по уровню перекачиваются в емкости Е-381/1,2 служащие буферами для используемой обратной воды.

2. Взрыхление сорбента: вывод промывной воды переключается на емкость Е-364. Скорость подачи раствора в нижнюю часть колонны увеличивается для поднятия слоя сорбента. Далее производится циркуляция одного и того же раствора через колонну из емкости Е-370 в емкость Е-364 (перекачивание осуществляется насосом Н-365). Промывной раствор взрыхления используется далее на операции промывки от десорбата.

3. Десорбция: десорбирующий раствор серной кислоты из реактора Р-369 с помощью дозирующего клапана и расходомера подается в нижнюю часть колонны. Вывод раствора осуществляется самотеком из верхней части в емкость Е-364, выводится один объем раствора на объем сорбента, он представляет собой раствор взрыхления. Далее сбор выводимого раствора переключается на емкость Е-366, он представляет собой десорбат цинка. Десорбция осуществляется двумя объемами десорбирующего раствора к объему сорбента, затем дозирование десорбирующего раствора прекращается. Собранный десорбат цинка усредняется насосом Н-367 по байпасной линии и этим же насосом перекачивается на дальнейшую переработку, в выпарной аппарат ВА-372.

4. Промывка сорбента от раствора десорбции: промывка сорбента после десорбции также осуществляется промывной водой из напорной емкости Е-370.

Промывная вода (раствор взрыхления) подается в нижнюю часть колонны с помощью дозирующего клапана и расходомера. Вывод раствора осуществляется самотеком из верхней части колонны в емкость Е-366, раствор представляет собой десорбат цинка, выводится 1 объем промывного раствора на объем сорбента, после этого сбор десорбата цинка прекращается.

5. Взрыхление сорбента после десорбции: вывод промывной воды переключается на емкость Е-364. Скорость подачи раствора в нижнюю часть колонны увеличивается для поднятия слоя сорбента. Далее производится циркуляция одного и того же раствора через колонну из емкости Е-370 в емкость Е-364 (перекачивание осуществляется насосом Н-365. Промывной раствор взрыхления используется далее на операции промывки от маточника сорбции.

После проведения всех операций по регенерации сорбента колонну вновь можно подключать в цикл сорбции.

В случае необходимости предусмотрена возможность выгрузки сорбента из колонн КС-371/1-3. Для этого в каждой колонне предусмотрен смоляной эрлифт. Выгрузка производится следующим образом: емкость Е-364 наполовину заполняется водой (раствором взрыхления), включается воздушное перемешивание.

В колонне, которую необходимо разгрузить производится взрыхление сорбента, далее при подаче воды под нижний дренаж колонны открывается подача воздуха в смоляной эрлифт. Смоляная пульпа из колонны сбрасывается в емкость Е-364.

При необходимости отмывки сорбента в емкости Е-364 смоляная пульпа разбавляется водой, затем перемешивается. После этого производится отстаивание смолы от жидкой части. Раствор промывки откачивается из емкости по среднему переливу насосом Н-365 в буферный реактор Р-334 и далее на сброс в реактор Р-244.

Для закачки сорбента обратно в колонну смоляная пульпа при перемешивании и постоянном разбавлении водой откачивается через нижний перелив емкости Е-364 насосом Н-365. Избыток промывной воды выводится из колонны самотеком в приемочный лоток.

Усредненный десорбат цинка из емкости Е-366 насосом Н-367 по уровню перекачивается в выпарной аппарат ВА-372, где происходит упаривание раствора с образованием кристаллов цинкового купороса.

В процессе упаривания температура в выпарном аппарате поддерживается на уровне 80-100°C, также контролируется уровень упариваемого раствора. Для

интенсификации процесса в емкость подается воздух для барботирования упариваемого раствора.

ГВС из выпарного аппарата просасывается через кожухотрубчатый водоохлаждаемый теплообменник ТО-377 вентилятором В-345 через ресивер-ловушку Л-378, где упариваемая влага конденсируется, конденсат из теплообменника самотеком через гидрозатвор выводится в емкость Е-376 и используется для промывки сорбента после сорбции цинка (емкость Е-370) и на приготовлении десорбирующего раствора (реактор Р-369).

В процессе упаривания контролируется разряжение на выходе из аппарата ВА-372 и на выходе из теплообменника ТО-377. Также для определения эффективности работы охлаждающей воды контролируется ее температура на входе и на выходе из теплообменника.

ГВС после теплообменника ТО-377 через систему санитарной газоочистки выбрасывается в атмосферу.

При понижении уровня упариваемого раствора в выпарной аппарат постоянно насосом Н-367 из емкости Е-366 подкачивается свежий десорбат цинка, таким образом концентрация раствора по цинку повышается, а объем при этом остается постоянным. В конце упаривания нагрев выключается, раствор охлаждается (до 60-70°C) барботированием через него воздуха и раствор из аппарата ВА-372 самотеком подается в буферный реактор Р-373. Для исключения преждевременной кристаллизации купороса Р-373 оснащен змеевиком для обогрева реактора глухим паром. После подогрева раствор самотеком через дозирующий клапан поступает на барабанный водоохлаждаемый кристаллизатор КБР-374.

Кристаллизация цинкового купороса производится следующим образом: включается подача охлаждающей воды на кристаллизатор КБР-375, включается вращение барабана кристаллизатора. Затем из реактора Р-373 подогретый раствор подается в распределительное устройство кристаллизатора. Из распределительного устройства раствор попадает на поверхность барабана, где раствор охлаждается и превращается в кристаллы цинкового купороса. Кристаллы срезаются с поверхности барабана ножом и по течке ссыпаются в мягкий контейнер (или другую тару) установленный на платформенные весы Х-375. После достижения необходимого веса подача раствора прекращается, контейнер погрузчиком или кран-балкой снимается с весов и на его место подвешивается новый. После этого подача раствора на барабан кристаллизатора возобновляется.

Отходящая от теплообменника ТО-377 и кристаллизатора КБР-374 вода собирается в буферную емкость Е-496/1 и направляется на градирню ЖМЗ для охлаждения и далее возвращается в оборот.

Емкости Е-381/1,2 служат буферными для сбора технологических оборотных вод повторно используемых в технологии. Основными линиями служат:

- абсорбция нитрозных газов оборотным раствором в поз. Е-229 (основной поток раствора);
- приготовление раствора хлорида натрия в емкости Е-459
- приготовление раствора кальцинированной соды на газоочистку в поз. Р-455;
- приготовление щелочного раствора для отмывки железного скрапа в поз. Р-476/1,2;
- на распульповку отвального кека в поз. Р-266 и Р-244 (при необходимости сброса вывода части раствора из технологии);
- на приготовление известнякового молока.

Переключение линий осуществляется автоматически оператором.

4.16 Приготовление технологических растворов

Узел служит для приготовления технологических растворов, используемых в технологии.

Известняковое молоко.

Готовое известняковое молоко принимается по уровню с узла приготовления в буферный реактор Р-400, откуда насосами Н-401/1,2 также по уровню передается в напорный реактор Р-247. Также при необходимости разбавить пульпу известнякового молока предусмотрена подача технологической или оборотной воды от сети в реактор Р-400.

92,5% серная кислота.

92,5% техническая серная кислота со склада по уровню закачивается в буферную емкость Е-402. Из этой емкости она насосами Н-403/1,2 по уровню поступает на следующие операции:

- в буферную емкость Е-202 на операцию декарбонизации;
- в напорную емкость Е-232 на операцию абсорбции нитрозных газов серной кислотой

- в буферную емкость E-260 на операцию кислотной промывки железисто-гипсового кека

- в емкость E-323 на операцию сорбционного концентрирования рения

- в буферную емкость E-413

57% азотная кислота

Азотная кислота со склада по уровню перекачивается в буферную емкость E-409, откуда насосом H-410 по уровню перекачивается на следующие операции:

- в напорную емкость E-210 на выщелачивание;

- в емкость E-286а на приготовление раствора промывки камер выпарных аппаратов упаривания железного купороса;

- в емкость E-230 на окисление нитрозных газов (не основная линия);

Раствор тиомочевины

Раствор можно приготовить двумя способами:

1. Приготовление раствора из конденсата упаривания железного купороса.

Раствор приготавливается следующим образом: в реактор P-411 по уровню насосами H-287/1,2 заливается необходимое количество конденсата после упаривания железного купороса из емкости E-286. Затем при перемешивании через загрузочный люк мешками (или из мягкого контейнера) по весу загружается расчетное количество сухой гранулированной тиомочевины. После этого из емкости E-417 добавляется необходимое количество серной кислоты (по уровню), раствор перемешивается в течение 5-10 минут. Затем мешалка выключается, объем в реакторе доводится водой от сети до расчетного, мешалка снова включается, раствор усредняется.

2. Приготовление раствора из 15% серной кислоты.

Раствор приготавливается следующим образом: в реактор P-411 по уровню насосом H-477/1 из реактора P-476/1 или насосами H-416/1,2 из реактора P-415 заливается необходимое количество 15% раствора серной кислоты. Затем при перемешивании через загрузочный люк мешками (или из мягкого контейнера) по весу загружается расчетное количество сухой гранулированной тиомочевины.

Приготовленный по первому или второму способам раствор насосами H-412 по уровню перекачивается в напорную емкость E-354 на десорбцию серебра.

15% Раствор серной кислоты

Приготовление проводится следующим образом: в емкость Е-413 насосами Н-403/1,2 перекачивается концентрированная 92,5% серная кислота. Затем насосами Н-414/1,2 кислота направляется в напорную емкость Е-417.

В реактор Р-415 по уровню заливается расчетное количество воды, включается перемешивание. Затем с помощью дозирующего клапана и расходомера в реактор подается расчетное количество серной кислоты. После дозирования кислоты мешалка выключается, объем раствора доводится до расчетного водой от сети, мешалка включается и раствор выдерживается при перемешивании до достижения определенной температуры (30-40°C). Готовый раствор насосами Н-416/1,2 перекачивается на следующие операции:

- приготовление раствора тиомочевины в реактор Р-411;
- емкость Е-325 для конверсии сорбента в SO₄-форму после сорбционного концентрирования рения;
- в скруббер СК-404 для санитарного улавливания щелочных и аммиачных сдувок;
- в реактор Р-369 для использования на стадии десорбции цинка

Выбор линии перекачивания осуществляет оператор.

Растворы кальцинированной соды.

В технологии используются 2 раствора кальцинированной соды, 5 и 15%. 15% раствор используется для очистки кислых сдувок после сорбции меди в скруббере СК-448а, а также для поглощения остаточного NO_x на операции абсорбции нитрозных газов в каскаде аппаратов ПТС-233/1-4. 5% раствор используется для очистки прочих кислых сдувок в скруббере СК-468. Растворы готовятся одинаково, различается только количество загружаемой в процесс кальцинированной соды.

Вначале в реактор Р-455 по уровню из емкостей Е-381/1,2 насосами Н-382/1,2 заливается обратная техническая вода. Затем при перемешивании в реактор загружается определенное количество кальцинированной соды из мешков или мягких контейнеров. После этого раствор при перемешивании подогревается подачей острого пара в реактор до температуры 40-50 °С, подогрев и регулирование температуры в реакторе происходит автоматически по команде оператора. После растворения соды мешалка выключается, объем в реакторе доводится обратной водой до расчетного уровня, раствор усредняется. В реактор Р-455 также предусмотрена подача воды от сети.

Затем раствор насосами Н-456/1,2 по уровню перекачивается в буферную емкость Е-457, откуда насосами Н-458/1,2 раздается в технологию в зависимости от концентрации приготовленного раствора и потребности. Выбор линии раздачи осуществляет оператор.

Раствор хлорида натрия.

Раствор хлорида натрия готовится для использования его на операции выщелачивания исходного медного концентрата.

В начале в емкость Р-459 по уровню из емкостей Е-381/1,2 насосами Н-382/1,2 закачивается обратная техническая вода. При перемешивании в емкость загружается определенное количество сухого хлорида натрия из мешков или мягких контейнеров. Раствор выдерживается при перемешивании до полного растворения соли. После растворения перемешивание выключается, объем в емкости доводится обратной водой до расчетного уровня. В емкости Р-459 предусмотрена подача воды от сети.

Затем приготовленный раствор насосом Н-459а по уровню перекачивается в буферную емкость Е-460 (перекачивание осуществляется автоматически), откуда насосами Н-461/1,2 также по уровню передается в емкость Е-211 на узел выщелачивания.

4.17 Улавливание аммиака, приготовление аммиачной воды

Парогазовая смесь, содержащая аммиак, из аппарата отгонки аммиака АТР-312 объединяется со сдвухами после упаривания десорбатов рения в аппаратах ВА-338а и ВА-349, а также сдвухами от емкости хранения аммиачной воды Е-406 и реактора приготовления 7% раствора аммиака Р-317, и по общему коллектору с помощью вентиляторов В-408/1,2 поступают в колонную часть абсорбера с пакетной терельчатой насадкой АТН-314.

Сверху абсорбер орошается чистой холодной водой, внизу - аммиачным, охлаждаемым в теплообменнике поз. ТО-316, раствором с помощью насоса поз. Н-315/1. Плотность орошения абсорбера раствором регулируется с помощью байпасной линии насоса Н-315.

В процессе поглощения аммиака из парогазовой смеси наблюдается положительный тепловой эффект, поэтому для охлаждения раствора поглощения предусмотрены два теплообменника: один змеевиковый встроенный в аппарат АТН-314, второй дополнительный ТО-316, через который циркулирует раствор орошения. Для определения эффективности работы теплоносителя в теплообменниках предусматривается измерение температуры теплоносителя на входе и выходе в

теплообменники. Также при абсорбции аммиака постоянно контролируется температура в аппарате АТН-314.

Поглощение аммиака из ПГС ведется по результатам анализов газовой фазы на выходе из аппарата АТН-314 и по содержанию аммиака в растворе поглощения. После насыщения раствора он по уровню насосом Н-315 перекачивается на приготовление десорбирующего раствора в реактор Р-317.

Приготовление десорбирующего рений 7% раствора аммиачной воды проводят следующим образом: 25% аммиачную воду из еврокубов насосом Н-407а растаривают в буферную емкость Е-406. Затем в реактор Р-317 по уровню закачивают раствор после поглощения аммиака из аппарата АТН-314, или конденсат от сети. После этого в реактор также по уровню насосом Н-407 в реактор добавляют расчетный объем 25% аммиачной воды из емкости Е-407. После этого раствор перемешивается и насосом Н-318 раздается на десорбцию рения в емкость Е-302 или на десорбцию после сорбционного концентрирования в емкость Е-321. Выбор линии перекачивания осуществляет оператор.

4.18 Очистка технологических сдувок

Система газоочистки состоит из трех газоочистных станций (ГОС):

-ГОС №1 включает в себя прямоточный тарельчатый скруббер СК-448а, насосы Н-449/1,2, ловушку Л-448б, вентиляторы В-450/1,2 и вентиляционную шахту ВШ-454. Данная газоочистная станция предназначена для санитарной очистки кислых газовых выбросов от сорбционно-десорбционного каскада меди пачуков ПСП-421/1-7 и колонн КДС-451, 453 и ПИК-452/1-3.

Перед работой кубовая часть скруббера СК-448а по уровню заполняется 15% раствором кальцинированной соды с участка приготовления (из емкости Е-457 насосом Н-458/1,2). Затем с помощью байпасной линии устанавливается необходимая плотность орошения колонной части скруббера, которое осуществляется насосами Н-449/1,2. Орошение осуществляется постоянно.

Движение газовой смеси через газоочистную станцию организуется с помощью вентиляторов В-450/1,2. Неочищенная смесь газов через сборный коллектор поступает в колонную часть скруббера СК-448а, где на тарелках происходит улавливание вредных примесей содовым раствором. Очищенный газ пройдя через скруббер направляется в ловушку Л-448б, в которой происходит дополнительное улавливание брызг и капель выносимых с газовой фазой из скруббера СК-448а. Раствор накапливаемый в ловушке

Л-448б через гидрозатвор самотеком возвращается в кубовую часть скруббера. Во время работы скруббера контролируется разряжение на входе и выходе в аппарат создаваемое вентиляторами, температура в скруббере и качество раствора (по химическому анализу).

При выработке ресурса орошающего раствора линия от насосов Н-449/1,2 переключается и отработанный раствор по уровню перекачивается либо на сорбцию нитрозных газов в поз. Е-229, либо на распульповку отвального кека в поз. Р-244, выбор линии осуществляет оператор.

Очищенные газы после ловушки Л-448б пройдя вентиляторы В-450/1,2 выбрасываются через вентиляционную шахту ВШ-454 в атмосферу. Накапливаемый в вентиляционной шахте конденсат через гидрозатвор самотеком возвращается в кубовую часть скруббера СК-448а.

Также для возможности разбавления орошающего раствора предусмотрена линия подачи технической воды от сети в аппарат СК-448а, подача осуществляется в ручном режиме.

-ГОС №2 включает в себя прямоточный тарельчатый скруббер СК-468, насосы Н-469/1,2, ловушку Л-470, вентиляторы В-472/1,2 и вентиляционную шахту ВШ-472. Данная газоочистная станция предназначена для санитарной очистки кислых газовых выбросов от участка сорбционного выделения рения, узла осаждения и фильтрации железо-гипсового кека, со стадии декарбонизации и охлаждения пульпы выщелачивания, от емкостей с кислотами узла приготовления растворов и т. д.

Перед работой кубовая часть скруббера СК-468 по уровню заполняется 5% раствором кальцинированной соды с участка приготовления (из емкости Е-457 насосом Н-458/1,2). Затем с помощью байпасной линии устанавливается необходимая плотность орошения колонной части скруббера, которое осуществляется насосами Н-469/1,2. Орошение осуществляется постоянно.

Движение газовой смеси через газоочистную станцию организуется с помощью вентиляторов В-471/1,2. Неочищенная смесь газов через сборный коллектор поступает в колонную часть скруббера СК-468, где на тарелках происходит улавливание вредных примесей содовым раствором. Очищенный газ пройдя через скруббер направляется в ловушку Л-470, в которой происходит дополнительное улавливание брызг и капель выносимых с газовой фазой из скруббера СК-468. Раствор накапливаемый в ловушке Л-468 через гидрозатвор самотеком возвращается в кубовую часть скруббера. Во время работы скруббера контролируется разряжение на входе и выходе в аппарат создаваемое вентиляторами, температура в скруббере и качество раствора (по химическому анализу).

При выработке ресурса орошающего раствора линия от насосов Н-469/1,2 переключается и отработанный раствор по уровню перекачивается на распульповку отвального кека в поз. Р-244.

Очищенные газы после ловушки Л-470 пройдя вентиляторы В-471/1,2 выбрасываются через вентиляционную шахту ВШ-472 в атмосферу. Накапливаемый в вентиляционной шахте конденсат через гидрозатвор самотеком возвращается в кубовую часть скруббера СК-468.

Также для возможности разбавления орошающего раствора предусмотрена линия подачи технической воды от сети в аппарат СК-468, подача осуществляется в ручном режиме.

-ГОС №3 включает в себя прямоточный тарельчатый скруббер СК-404, насосы Н-405/1,2, ловушку Л-404/а, вентиляторы В-408/1,2. Данная газоочистная станция предназначена для санитарной очистки аммиачных газовых выбросов от участков сорбционного выделения и концентрирования рения, а также узла отгонки аммиака и приготовления 7% аммиачной воды.

Перед работой кубовая часть скруббера СК-404 по уровню заполняется 15% раствором серной кислоты с участка приготовления растворов (из реактора Р-415 насосом Н-416/1,2), либо с участка подготовки железного скрапа (из реактора Р-476 насосом Н-477/1). Затем с помощью байпасной линии устанавливается необходимая плотность орошения колонной части скруббера, которое осуществляется насосами Н-405/1,2. Орошение осуществляется постоянно.

Движение газовой смеси через газоочистную станцию организуется с помощью вентиляторов В-408/1,2. Смесь газов содержащая аммиак через сборный коллектор поступает в колонную часть скруббера СК-404, где на тарелках происходит его улавливание раствором серной кислоты. Очищенный газ пройдя через скруббер направляется в ловушку Л-404/а, в которой происходит дополнительное улавливание брызг и капель выносимых с газовой фазой из скруббера СК-404. Раствор накапливаемый в ловушке Л-404 через гидрозатвор самотеком возвращается в кубовую часть скруббера. Во время работы скруббера контролируется разряжение на входе и выходе в аппарат создаваемое вентиляторами, температура в скруббере и качество раствора (по химическому анализу).

При выработке ресурса орошающего раствора линия от насосов Н-405/1,2 переключается и отработанный раствор по уровню перекачивается на распульповку отвального кека в поз. Р-244.

Очищенные газы после ловушки Л-404/а пройдя вентиляторы В-408/1,2 выбрасываются через вентиляционную шахту в атмосферу.

Также для возможности разбавления орошающего раствора предусмотрена линия подачи технической воды от сети в аппарат СК-404, подача осуществляется в ручном режиме.

4.18 Подготовка железного скрапа

Для предварительной подготовки поверхности скрапа приготавливают следующие растворы:

раствор №1 (20 г/л Na_2CO_3 + 10 г/л Na_3PO_4)

- в реактор Р-476/2 по уровню из емкости Е-381/1,2 насосами Н-382/1,2 заливается оборотный раствор или техническая вода от сети. Затем при перемешивании в реактор из мешков или мягкого контейнера засыпается навеска Na_2CO_3 и Na_3PO_4 в соответствии с технологическими расчетами, раствор выдерживается при перемешивании до полного растворения солей. После этого готовый щелочной раствор из реактора Р-476/2 насосом Н-477/2 по уровню перекачивается в ванну отмывки Е-475/2

раствор №2 (20 г/л H_2SO_4)

-в реактор Р-476/1 по уровню из емкости Е-381/1,2 насосами Н-382/1,2 закачивается оборотный раствор или техническая вода от сети. Затем из емкость Е-417 в реактор Р-476 дозируется серная кислота. При приготовлении раствора осуществляют контроль за температурой приготавливаемого раствора. После приготовления, раствор насосом Н-477/1 перекачивается на различные этапы технологии:

-в ванну отмывки скрапа Е-475/1.

-в реактор Р-411 на приготовление раствора тиомочевины

-в емкость Е-325 для конверсии сорбента в SO_4 -форму после сорбционного концентрирования рения

-в скруббер СК-404 на операцию очистки кислых сдувок

Подготовка железного скрапа осуществляется следующим образом: скрап складировается на крытой площадке за пределами рабочего корпуса. Там же осуществляется набивка транспортировочных корзин неподготовленным скрапом.

Затем корзины со скрапом доставляются на участок отмывки, где краном загружаются сначала в ванну Е-475/2 (щелочная отмывка). Крышка ванны закрывается, включается барботаж воздуха, корзина выдерживается в ванне в течение определенного

времени. После щелочной отмывки корзина со скрапом подвешивается на кране над ванной, для того чтобы стек щелочной раствор и перемещается в ванну Е-475/1 (кислая отмывка), где также выдерживается с барботажем воздуха. Затем корзина со скрапом перемещается в зону споласкивания, где обмывается технической водой с помощью мойки высокого давления. После этого скрап готов к загрузке в реактора Р-273/1,2.

При необходимости опорожнения ванн для их чистки и обслуживания, или при выработке рабочего ресурса раствора в ваннах предусматривается их опорожнение следующим образом: растворы из ванн сливаются в приямок, откуда насосом Н-251 по уровню перекачиваются в буферный реактор Р-481. Из этого реактора имеется возможность насосом Н-482 вернуть растворы в любую из ванн.

Для аспирации реакторов приготовления растворов Р-476/1,2 и ванн отмывки железного скрапа имеется своя система состоящая из ловушки для брызг и капель Л-476 и вентилятора В-483.

5 МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС ПРОИЗВОДСТВА

Таблица 5.1 - Материальный баланс процессов комплексной переработки бедных руд Жезказганского месторождения 8040 ч/год.

Статья баланса	Масса, т	Объем, м³	Количество									Извлечение, %							Содержание, %							Выход, %			
			Сu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %	Cl-	NH3		HNO 3		
Обогащение																													
Поступило:																													
Руда	в год	891682,1		4547,579	8078,640	713,346	124,835	22292,052	0		0																		
	в сутки	2661,7		13,6	24,1	2,1	0,4	66,5	0,0		0,0	100	100	100	100	100	0		0	0,51	9,06	0,8	0,014	2,5	0		0	100	
	в час	110,9		0,6	1,0	0,089	0,02	2,8	0,0		0,0																		
Получено:																													
Черновой концентрат	в год	48239,9999	19296,0	4288,367	7269,768	356,494	101,304	3343,808	0		0	94,30	89,99	49,97	80,00	15,00	0,00		0,00	8,89	150,70	7,39	0,21	6,93	0,0		0,0	5,41	
	в сутки	144,0	57,6	12,80	21,7	1,06	0,30	9,98	0,00		0,00																		
	в час	6,0	2,4	0,53	0,9	0,044	0,01	0,42	0,00		0,00																		
Хвосты отвальные	в год	843442,1		259,212	808,872	356,852	23,531	18948,244	0		0	5,70	10,01	50,03	20,00	85,00	0,00		0,00	0,031	0,959	0,423	0,003	2,247	0,000		0,000	94,59	
	в сутки	2517,7		0,77	2,41	1,07	0,07	56,56	0,00		0,00																		
	в час	104,9		0,03	0,10	0,04	0,00	2,36	0,00		0,00																		
Итого:																													
	в год	891682,1		4547,579	8078,640	713,346	124,835	22292,052	0		0																		
	в сутки	2661,7		13,6	24,1	2,1	0,4	66,5	0,0		0,0																		
	в час	110,9		0,6	1,0	0,089	0,02	2,8	0,0		0,0																		
Механоактивация																													
Поступило:																													
Пульпа	в год	96480,0	67536,0	4288,4	7269,8	356,5	101,3	3343,8	0,0	0,0	0,0	100	100	100	100	100	0	0	0	4,44	75,35	3,70	0,11	3,47	0,00	0,00	0,00	100,00	
	в сутки	288,0	201,6	12,8	21,7	1,1	0,3	10,0	0,0	0,0	0,0																		
	в час	12,0	8,4	0,5	0,9	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0																		
в т.ч.	Твердая фаза	в год	48240,0	19296,0	4288,4	7269,8	356,5	101,3	3343,8	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	8,89	150,70	7,39	0,21	6,93	0,00	0,00	0,00	50,00
		в сутки	144,0	57,6	12,8	21,7	1,1	0,3	10,0	0,0	0,0	0,0																	
		в час	6,00	2,40	0,53	0,90	0,04	0,01	0,42	0,00	0,00	0,00																	
	Жидкая фаза	в год	48240,0	48240,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,00
		в сутки	144,0	144,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
		в час	6,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
Получено:																													

Статья баланса		Масса, т	Объем, м³	Количество								Извлечение, %							Содержание, %							Выход, %	
				Cu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %	Cl-		NH3
	сутки																										
	в час	0,065	0,04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																

Итого
:

в год	97731,6	68221,5	4288,4	7269,8	356,5	101,3	3343,8	0,0	0,0	0,0																	
в сутки	291,7	203,6	12,8	21,7	1,1	0,3	10,0	0,0	0,0	0,0	100	100	100	100	100	0	0	0	62,9	106,6	5,2	1,48	49,0	0,0	0,0	0,0	101,30
в час	12,144	8,5	0,5	0,9	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0																	

Приготовление насыщенного раствора хлорида натрия

Поступило:

Хлорид натрия	в год	3347,1	1546,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1929,6	0,0	0,0																	
	в сутки	10,0	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	57,6	0,0	0,0			
	в час	0,416	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,24	0,0	0,0																	
Оборотный раствор	в год	18595,1	16904,6	1,4	2,2	0,0	27,7	0,0	582,4	0,0	96,7																	
	в сутки	55,5	50,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	1,7	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,08	0,13	0	1,64	43,65	34,45	0	5,7			
	в час	2,3	2,103	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,07	0,0	0,01																	

Итого
:

в год	21942,2	18450,7	1,4	2,2	0,0	27,7	0,0	2512,0	0,0	96,7																		
в сутки	65,5	55,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	7,5	0,0	0,3	100	100	100	100	100	0	0	0	0,1	0,1	0,0	1,50	0,0	136,1	0,0	5,2	0,00	
в час	2,729	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,31	0,0	0,0																		

Получено:

Насыщенный раствор хлорида натрия	в год	21942,2	18450,7	1,4	2,2	0,0	27,7	0,0	2512,0	0,0	96,7																
	в сутки	65,5	55,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	7,5	0,0	0,3	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	1,50	0,0	136,1	0,0	5,2	100,00
	в час	2,7	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0																

Итого
:

в год	21942,2	18450,7	1,4	2,2	0,0	27,7	0,0	2512,0	0,0	96,7																		
в сутки	65,5	55,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	7,5	0,0	0,3	100	100	100	100	100	0	0	0	0,1	0,1	0,0	1,50	0,0	136,1	0,0	5,2	100,00	
в час	2,7	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0																		

Азотнокислое выщелачивание

Поступило:

Пульпа черного концентрата, насыщенная NOx	в год	108009,6	67932,7	4288,4	7269,8	356,5	101,3	3343,8	0,0	0,0	14788,2																	
	в сутки	322,4	202,8	12,8	21,7	1,1	0,3	10,0	0,0	0,0	44,1	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	75,6	63,13	107,01	5,25	1,49	49,22	0,00	0,00	217,7		

Статья баланса		Масса, т	Объем, м³	Количество								Извлечение, %							Содержание, %							Выход, %		
				Cu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-, 5854,8	NH3, 0,0	HNO3, 972,9	Cu, 99,0	Ag, 99,0	Re, 99,5	Zn, 99,0	Fe, 80,0	Cl-, 100,0	NH3, 0,0	HN O3, 5,0	Cu, 25,0	Ag, 42,3	Re, 2,1	Zn, 1,6	Fe, 15,7	Cl-, 34,4		NH3, 0,0	HNO 3, 5,7
Жидкая фаза	в год	191203,9	170261,7	4252,9	7209,1	355,6	278,3	2675,0	5854,8	0,0	972,9	99,0	99,0	99,5	99,0	80,0	100,0	0,0	5,0	25,0	42,3	2,1	1,6	15,7	34,4	0,0	5,7	
	в сутки	570,8	508,2	12,7	21,5	1,1	0,8	8,0	17,5	0,0	2,9																	
	в час	23,8	21,2	0,5	0,9	0,0	0,0	0,3	0,7	0,0	0,1																	
Нитрозные газы NOx на улавливание	в год	13497,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18485,2	0	0	0	0	0	0	95	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	5,60	
	в сутки	40,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,2																	
	в час	1,679	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3																	

Итого:

																			кг/м³	кг/м³	кг/м³	кг/м³	кг/м³	кг/м³	кг/м³		
в год	241200,0	185356,7	4297,1	7284,0	357,3	281,1	3343,8	3337,2	0,0	19458,2	100	100	100	100	100	100	0	100	23,2	39,3	1,9	1,52	18,0	18,0	0,0	105,0	100
в сутки	720,0	553,3	12,8	21,7	1,1	0,8	10,0	10,0	0,0	58,1																	
в час	30,000	23,054	0,5	0,9	0,0	0,0	0,4	0,8	0,0	2,4																	

Сорбция нитрозных газов декарбонизованной пульпой I ступень

Поступило:

Декарбонизованная пульпа черного концентрата	в год	97211,8	67932,7	4288,4	7269,8	356,5	101,3	3343,8	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	63,1	107,0	5,2	1,5	49,2	0,0	0,0	0,0	87,8		
	в сутки	290,2	202,8	12,8	21,7	1,1	0,3	10,0	0,0	0,0	0,0																			
	в час	12,1	8,4	0,5	0,9	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0																			
в т.ч.	Твердая фаза	в год	48665,3	17380,5	4288,4	7269,8	356,5	101,3	3343,8	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	8,8	14,9	0,7	1,4	6,9	0,0	0,0	0,0	44,0	
		в сутки	145,3	51,9	12,8	21,7	1,1	0,3	10,0	0,0	0,0	0,0																		
		в час	6,1	2,2	0,5	0,9	0,0	0,01	0,4	0,0	0,0	0,0																		
Жидкая фаза	в год	48546,5	50552,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,9			
	в сутки	144,9	150,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																			
	в час	6,0	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																			
Нитрозные газы NOx на улавливание	в год	13497,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18485,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2			
	в сутки	40,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	55,2																			
	в час	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3																			

Итого:

																			кг/м³	кг/м³	кг/м³	кг/м³	кг/м³	кг/м³	кг/м³		
в год	110709,0	67932,7	4288,4	7269,8	356,5	101,3	3343,8	0,0	0,0	18485,2	100	100	100	100	100	100	0	100	63,1	107,0	5,2	1,49	49,2	0,0	0,0	272,1	100,0
в сутки	330,5	202,8	12,8	21,7	1,1	0,3	10,0	0,0	0,0	55,2																	
в час	13,8	8,4	0,5	0,9	0,0	0,01	0,4	0,0	0,0	2,3																	

Получено:

Пульпа черного концентрата	в год	108009,6	67932,7	4288,366579	7269,8	356,5	101,3	3343,8	0,0	0,0	14788,2	100,0	100,0	100,0	99,0	100,0	0,0	0,0	80,0	63,1	107,0	5,2	1,49	49,2	0,0	0,0	217,7	97,56
----------------------------	-------	----------	---------	-------------	--------	-------	-------	--------	-----	-----	---------	-------	-------	-------	------	-------	-----	-----	------	------	-------	-----	------	------	-----	-----	-------	-------

Статья баланса	Масса, т	Объем, м ³	Количество									Извлечение, %							Содержание, %						Выход, %		
			Cu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %	Cl-		NH3	HNO 3
Нитрозные газы NOx на газоочистку III ступень	в год	404,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	554,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,07
	в сутки	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7																
	в час	0,050	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,069																

Итого:

	Масса, т	Объем, м ³	Cu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %	Cl-	NH3	HNO 3	Выход, %
в год	7984,1	5052,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3697,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
в сутки	23,8	15,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0																	
в час	1,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5																	

Сорбция нитрозных газов раствором карбоната натрия III ступень

Поступило:

Раствор Na2CO3 15 %	в год	3110,2	2688,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	120,9	0,0	88,5
	в сутки	9,3	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																		
	в час	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																		
Нитрозные газы NOx на газоочистку III ступень	в год	404,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	554,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,5	
	в сутки	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7																		
	в час	0,050	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																		0,1

Итого:

в год	3515,1	2688,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	554,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
в сутки	10,5	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7																			
в час	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1																			

Получено:

Нитрит-нитратный щелок на выщелачивание	в год	3484,8	2323,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	513,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	92,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	220,8	99,14
	в сутки	10,4	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5																	
	в час	0,433	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1																	
Нитрозные газы NOx на санитарную очистку	в год	30,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,86
	в сутки	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1																	
	в час	0,004	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,005																	

Итого:

в год	3515,1	2323,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	554,6	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
в сутки	10,5	6,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7																		
в час	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1																		

Сорбция нитрозных газов оборотным раствором IV ступень

Поступило:

Статья баланса	Масса, т	Объем, м³	Количество									Извлечение, %							Содержание, %							Выход, %		
			Cu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %	Cl-	NH3		HNO 3	
Оборотный раствор с сорбции Zn	в год	102006,1	92732,8	7,4	12,1	0,9	152,1	0,0	3768,5	0,0	538,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,7	0,0	3,0	0,1	0,1	0,0	1,6	43,7	34,5	0,0	5,7	100,0
	в сутки	304,5	276,8	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	9,5	0,0	1,6																	
	в час	12,7	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1																	
Нитрозные газы NOx на санитарную очистку	в год	30,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1																	
	в час	0,004	0,0000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	

Итого:

	Масса, т	Объем, м³	Cu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %	Cl-	NH3	HNO 3	Выход, %
в год	102036,4	92732,8	7,4	12,1	0,9	152,1	0,0	3768,5	0,0	580,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100	0,1	0,1	0,0	1,64	0,0	40,6	0,0	0,0	100,0
в сутки	304,6	276,8	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	9,5	0,0	1,7																	
в час	12,7	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1																	

Получено:

Оборотный раствор на выщелачивание	в год	102006,1	92732,8	7,4	12,1	0,9	152,1	0,0	3768,5	0,0	579,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	92,5	0,1	0,1	0,0	1,64	0,0	40,6	0,0	6,3	99,97
	в сутки	304,5	276,8	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	9,5	0,0	1,7																	
	в час	12,7	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,000	0,1																	
Нитрозные газы NOx на санитарную очистку	в год	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03
	в сутки	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
	в час	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	

Итого:

	Масса, т	Объем, м³	Cu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %	Cl-	NH3	HNO 3	Выход, %
в год	102006,7	92732,8	7,4	12,1	0,9	152,1	0,0	3768,5	0,0	580,5	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	92,6	0,1	0,1	0,0	1,64	0,0	40,6	0,0	0,0	100,0
в сутки	304,5	276,8	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	9,5	0,0	1,7																	
в час	12,7	11,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,1																	

Приготовление известнякового молока

Поступило:

Известняк	в год	11067,0	3952,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	в сутки	33,0	11,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																		0,0
	в час	1,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																		0,0
Промывная вода 1	в год	44268,0	40243,7	121,8	206,4	10,2	8,0	0,0	167,6	0,0	27,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,03	5,13	0,25	0,20	0,00	4,17	0,00	0,69		
	в сутки	132,1	120,1	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1																	
	в час	5,5	5,005	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	

Итого:

:

кг/м3 г/м3 г/м3 кг/м3 кг/м3 кг/м3 кг/м3 кг/м3

Статья баланса	Масса, т	Объем, м ³	Количество									Извлечение, %							Содержание, %						Выход, %	
			Сu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Сu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %	Cl-		NH3
в год	55335,0	44196,2	121,8	206,4	10,2	8,0	0,0	167,6	0,0	27,9	0	0	0	0	0	0	0	2,8	4,7	0,2	0,18	0,0	3,8	0,0	0,6	0,00
в сутки	165,2	131,9	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1																
в час	6,882	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02	0,0	0,0																

Получено:

Известняковое молоко	в год	55335,0	44196,2	121,8	206,4	10,2	8,0	0,0	167,6	0,0	27,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	4,7	0,2	0,18	0,0	3,8	0,0	0,6	100,00
	в сутки	165,2	131,9	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1																
	в час	6,9	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																

Итого

											кг/м3		г/м3		г/м3		кг/м3		кг/м3		кг/м3		кг/м3			
в год	55335,0	44196,2	121,8	206,4	10,2	8,0	0,0	167,6	0,0	27,9	0	0	0	0	0	0	0	2,8	4,7	0,2	0,18	0,0	3,8	0,0	0,6	100,00
в сутки	165,2	131,9	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1																
в час	6,9	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																

Осаждение железисто-гипсового кека

Поступило:																													
Пульпа выщелачивания	в год	227702,8	185356,7	4297,1	7284,0	357,3	281,1	3343,8	5854,8	0,0	972,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	100,0	23,2	39,3	1,9	1,5	18,0	31,6	0,0	5,2	0,0	
	в сутки	679,7	553,3	12,8	21,7	1,1	0,8	10,0	17,5	0,0	2,9																		
	в час	28,3	23,1	0,5	0,9	0,0	0,0	0,4	0,7	0,0	0,1																		
в т.ч.	Твердая фаза	в год	36499,0	15095,1	44,2	74,9	1,8	2,8	668,8	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,5	1,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,1	2,1	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0
		в сутки	109,0	45,1	0,1	0,2	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0																	
		в час	4,5	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0																	
в т.ч.	Жидкая фаза	в год	191203,9	170261,7	4252,9	7209,1	355,6	278,3	2675,0	5854,8	0,0	972,9	99,0	99,0	99,5	99,0	80,0	100,0	0,0	100,0	25,0	42,3	2,1	1,6	15,7	34,4	0,0	5,7	0,0
		в сутки	570,8	508,2	12,7	21,5	1,1	0,8	8,0	17,5	0,0	2,9																	
		в час	23,8	21,2	0,5	0,9	0,0	0,0	0,3	0,7	0,0	0,1																	
Известняковое молоко	в год	55335,0	44196,2	121,8	206,4	10,2	8,0	0,0	167,6	0,0	27,9	2,8	2,8	2,8	2,8	0,0	2,8	0,0	2,8	2,8	4,7	0,2	0,2	0,0	3,8	0,0	0,6	0,0	
	в сутки	165,2	131,9	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1																		
	в час	6,9	5,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																		

Получено:

Пульпа железисто-гипсового кека	в год	283037,9	229552,9	4418,9	7490,4	367,5	289,1	3343,8	6022,4	0,0	1000,8	102,8	102,8	102,8	102,8	100,0	102,8	0,0	102,8	19,3	32,6	1,6	1,26	14,6	26,2	0,0	4,4	100,0	
	в сутки	844,9	685,2	13,2	22,4	1,1	0,9	10,0	18,0	0,0	3,0																		
	в час	35,2	28,6	0,5	0,9	0,0	0,0	0,4	0,7	0,0	0,1																		
в т.ч.	Твердая фаза	в год	56661,4	23756,1	44,2	74,9	1,8	2,8	3343,8	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,5	1,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,3	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0	0,0	20,0
		в сутки	169,1	70,9	0,1	0,2	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0																	

Статья баланса	Масса, т	Объем, м³	Количество									Извлечение, %								Содержание, %						Выход, %	
			Сu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-4	NH3	HNO3	Cu, 8	Ag, 8	Re, 8	Zn, 8	Fe, 0	Cl-, 8	NH3	HN O3, 8	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %	Cl-	NH3		HNO 3
в сутки	844,9	685,2	13,2	22,4	1,1	0,9	10,0	18,0	0,0	3,0																	
в час	35,2	28,6	0,5	0,9	0,0	0,0	0,4	0,7	0,0	0,1																	

Фильтрация сгущенной пульпы железисто-гипсового кека

Поступило:

Сгущенная пульпа железисто-гипсового кека	в год	95858,9	59390,2	801,7	1358,9	65,1	52,4	3343,8	1042,8	0,0	173,3																	
	в сутки	286,1	177,3	2,4	4,1	0,2	0,2	10,0	3,1	0,0	0,5	18,7	18,7	18,2	18,6	100,0	17,8	0,0	17,8	0,8	14,2	0,7	0,1	3,5	1,1	0,0	0,2	
	в час	11,9	7,4	0,1	0,2	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0																	
в т.ч.	Твердая фаза	в год	56661,4	23756,1	44,2	74,9	1,8	2,8	3343,8	0,0	0,0	0,0																
		в сутки	169,1	70,9	0,1	0,2	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,5	1,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,3	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0	0,0
		в час	7,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0																
	Жидкая фаза	в год	39197,5	35634,1	757,5	1284,0	63,3	49,6	0,0	1042,8	0,0	173,3																
		в сутки	117,0	106,4	2,3	3,8	0,2	0,1	0,0	3,1	0,0	0,5	17,6	17,6	17,7	17,6	0,0	17,8	0,0	17,8	21,3	36,0	1,8	1,4	0,0	29,3	0,0	4,9
		в час	4,9	4,4	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0																

Получено:

Отфильтрованный кек	в год	56661,4	23756,1	44,2	74,9	1,8	2,8	3343,8	0,0	0,0	0,0																
	в сутки	169,1	70,9	0,1	0,2	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,5	1,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,3	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0	0,0
	в час	7,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0																
Жидкая фаза с кеком	в год	6301,5	5728,7	121,8	206,4	10,2	8,0	0,0	167,6	0,0	27,9																
	в сутки	18,8	17,1	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,1	2,8	2,8	2,8	2,8	0,0	2,9	0,0	2,9	21,3	36,0	1,8	1,4	0,0	29,3	0,0	4,9
	в час	0,8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
Фильтрат 1	в год	32896,0	29905,4	635,7	1077,6	53,1	41,6	0,0	875,1	0,0	145,4																
	в сутки	98,2	89,3	1,9	3,2	0,2	0,1	0,0	2,6	0,0	0,4	14,8	14,8	14,9	14,8	0,0	14,9	0,0	14,9	21,3	36,0	1,8	1,4	0,0	29,3	0,0	4,9
	в час	4,1	3,7	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0																

Итого

:

в год	95858,9	59390,2	801,7	1358,9	65,1	52,4	3343,8	1042,8	0,0	173,3																
в сутки	286,1	177,3	2,4	4,1	0,2	0,2	10,0	3,1	0,0	0,5	18,7	18,7	18,2	18,6	100,0	17,8	0,0	17,8								
в час	11,9	7,4	0,1	0,2	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0																

Промывка железисто-гипсового кека

Поступило:

Отфильтрованный	в год	56661,4	23756,1	44,2	74,9	1,8	2,8	3343,8	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,5	1,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,3	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0	0,0
-----------------	-------	---------	---------	------	------	-----	-----	--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Статья баланса	Масса, т	Объем, м³	Количество									Извлечение, %							Содержание, %						Выход, %		
			Cu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %	Cl-		NH3	HNO 3
	в час	0,027	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																

Итого:

в год	220292,3	200265,7	4252,9	7209,1	355,6	278,3	0,0	5854,8	0,0	972,9																	
в сутки	657,6	597,8	12,7	21,5	1,1	0,8	0,0	17,5	0,0	2,9										1,8							
в час	27,4	24,9	0,5	0,9	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,1																	

Получено:

Насыщенный ионит Fragmitex WBR	в обороте	217,6	197,5	0,0	0,0	354,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	0,6	0,6	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							
	в час	0,027	0,025	0,0	0,0	0,04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							
Рафинат I на сорбцию Ag	в год	220074,6	200068,2	4252,9	7209,1	1,1	278,3	0,0	5854,8	0,0	972,9	100,0	100,0	0,3	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	21,3	36,0	0,01	1,39	0,0	29,3	0,0	4,9
	в сутки	656,9	597,2	12,7	21,5	0,00	0,8	0,0	17,5	0,0	2,9																
	в час	27,4	24,9	0,5	0,9	0,00	0,03	0,00	0,73	0,0	0,12																

Итого:

в год	220292,3	200265,7	4252,9	7209,1	355,6	278,3	0,0	5854,8	0,0	972,9
в сутки	657,6	597,8	12,7	21,5	1,1	0,8	0,0	17,5	0,0	2,9
в час	27,4	24,9	0,5	0,9	0,0	0,03	0,00	0,73	0,0	0,12

Водная промывка I

Поступило:

Насыщенный ионит Fragmitex WBR	в обороте	217,6	197,5	0,0	0,0	354,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	0,6	0,6	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							
	в час	0,03	0,02	0,0	0,0	0,04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0							
Вода	в год	790,1	790,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	2,4	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в час	0,10	0,10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Итого:

в год	1007,8	987,7	0,0	0,0	354,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
в сутки	3,0	2,9	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
в час	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Получено:

Насыщенный ионит Fragmitex WBR	в обороте	217,6	197,5	0,0	0,0	354,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
--------------------------------	-----------	-------	-------	-----	-----	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Статья баланса	e	Масса, т	Объем, м³	Количество								Извлечение, %							Содержание, %						Выход, %		
				Cu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %		Cl-	NH3
	в																										
	сутки	0,6	0,6	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в час	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
Промывная вода возврат в каскад сорбции рения	в год	790,1	790,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
	в										0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	сутки	2,4	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
	в час	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	

Итого:

в год	1007,8	987,7	0,0	0,0	354,5	0,0	0,0	0,0
в								
сутки	3,0	2,9	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0
в час	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Промывка маточным раствором I

Поступило:

Насыщенный ионит Fragmitex WBR	в год	217,6	197,5	0,0	0,0	354,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в											0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	сутки	0,6	0,6	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в час	0,03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
Маточный раствор I	в год	3,2	2,56	0,0	0,0	110,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в										0,0	0,0	31,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	сутки	0,010	0,008	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0																	
	в час	0,0004	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	

Итого:

в год	220,8	200,1	0,0	0,0	465,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
в											
сутки	0,7	0,6	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
в час	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Получено:

Насыщенный ионит Fragmitex WBR	в год	218,3	197,5	0,0	0,0	465,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в											0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	сутки	0,7	0,6	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в час	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0																	
Промывная вода возврат в каскад сорбции рения	в год	2,56	2,56	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в										0,0	0,0	31,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	сутки	0,01	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
	в час	0,0003	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	

Итого:

в год	220,8	200,1	0,0	0,0	465,3	0,0	0,0	0,0
в								
сутки	0,7	0,6	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0
в час	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0

Статья баланса	Масса, т	Объем, м³	Количество									Извлечение, %							Содержание, %						Выход, %		
			Cu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %	Cl-		NH3	HNO 3
в час	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																

Итого:

в год	612,9	592,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
в сутки	1,8	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
в час	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Отгонка аммиака и подкисление элюата 1

Поступило:

Элюат 1	в год	4311,7	4444,5	0,0	0,0	465,3	0,0	0,0	0,0	314,6	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	70,8	0,0
	в сутки	1,7	1,8	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0																
	в час	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
Серная кислота 92,5 %	в год	0,235	0,129	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
	в сутки	0,0001	0,0001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в час	0,0000	0,0000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																

Получено:

Ренийсодержащий рствор	в год	3997,3	3197,8	#ССЫЛКА !	#ССЫЛК А!	465,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	1,6	1,3	#ССЫЛКА !	#ССЫЛК А!	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в час	0,1	0,1	#ССЫЛКА !	#ССЫЛК А!	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
Аммиак 1 на регенерацию 1	в год	314,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	314,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	
	в сутки	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0																
	в час	0,0052	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																

Сорбция рения 2 на анионит из ренийсодержащего раствора

Поступило:

Ренийсодержащий рствор	в год	3997,3	3197,8	#ССЫЛКА !	#ССЫЛК А!	465,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	1,6	1,3	#ССЫЛКА !	#ССЫЛК А!	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
	в час	0,01	0,01	#ССЫЛКА !	#ССЫЛК А!	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
Ионит Fragmitex WBR на сорбцию рения 2	в год	3,415	3,104	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	в сутки	0,010	0,009	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
	в час	0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															

Получено:

Насыщенный ионит Fragmitex WBR	в год	3,415	3,104	0,0	0,0	465,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	0,012	0,009	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															

Статья баланса	Масса, т	Объем, м³	Количество									Извлечение, %							Содержание, %						Выход, %	
			Cu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %	Cl-		NH3
	в час	0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
Сбросной раствор на десорбцию калия	в год	3997,3	3197,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	1,591	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
	в час	0,0102	0,009	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															

Водная промывка III

Поступило:

Насыщенный ионит Fragmitex WBR	в год	3,415	3,104	0,00	0,00	465,28	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	0,012	0,009	0,00	0,00	1,39	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
	в час	0,000	0,000	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
Вода	в год	2079,6	2079,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	0,019	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
	в час	0,0008	0,0008	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															

Итого:

в год	2083,1	2082,7	0,0	0,0	465,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
в сутки	0,030	0,028	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
в час	0,001	0,001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Получено:

Насыщенный ионит Fragmitex WBR	в год	3,41	3,10	0,0	0,0	465,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	в сутки	0,012	0,009	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0																	0,0
	в час	0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	0,0
Промывная вода возврат на сорбцию рения 2	в год	2079,6	2079,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	в сутки	0,02	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	0,0
	в час	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	0,0

Итого:

в год	2083,1	2082,7	0,0	0,0	465,3	0,0	0,0	0,0
в сутки	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0
в час	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Промывка маточным раствором II

Поступило:

Насыщенный ионит Fragmitex WBR	в год	3,4	3,1	0,0	0,0	465,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	в сутки	0,0	0,01	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0																	0,0
	в час	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	0,0
Маточный раствор II	в год	3,1	2,05	0,0	0,0	88,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	в	0,01	0,006	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0																0,0	

Статья баланса		Масса, т	Объем, м ³	Количество								Извлечение, %							Содержание, %					Выход, %			
				Cu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %		Fe, %	Cl-	NH3
	сутки																										
	в час	0,00001	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																

Итого:

в год	6,5	5,2	0,0	0,0	553,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
за цикл	0,021	0,015	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
в час	0,0004	0,0004	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															

Получено:

Насыщенный ионит Fragmitex WBR	в год	4,4	3,1	0,0	0,0	553,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в сутки	0,01	0,01	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	178,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в час	0,0004	0,0004	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
Промывная вода возврат на сорбцию рения 2	в год	2,05	2,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	за цикл	0,01	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	в час	0,00001	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																

Итого:

в год	6,5	5,2	0,0	0,0	553,9	0,0	0,0	0,0	0,0																	
за цикл	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0																	
в час	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	

Десорбция рения 2 аммиачной водой

Поступило:

Насыщенный ионит Fragmitex WBR	в год	4,44	3,10	0,0	0,0	553,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
	в сутки	0,01	0,01	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	178,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в час	0,00	0,00	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
Аммиачная вода 7 % NH3	в год	18,06	18,62	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,32	0,0															
	в сутки	0,0539	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,004	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	70,8	0,0
	в час	0,0004	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0															

Получено:

Элоат 2 на упаривание и кристаллизацию	в год	18,62	18,62	0,0	0,0	553,9	0,0	0,0	0,0	1,27	0,0															
	в сутки	0,056	0,06	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,004	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30	0,0	0,0	0,0	68,1	0,0
	в час	0,00	0,00	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0															
Ионит на сорбцию рения 2	в год	3,41	3,10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
	в сутки	0,01	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	в час	0,0002	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															

Водная промывка IV

Поступило:

Статья баланса		Масса, т	Объем, м ³	Количество								Извлечение, %								Содержание, %					Выход, %			
				Cu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %		Cl-	NH3	HNO 3
Ионит на сорбцию рения 2	в год	3,41	3,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	в сутки	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																	
	в час	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																	
Вода	в год	2079,6	2079,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	0,0185	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
	в час	0,0008	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	

Итого:

в год	2083,1	2082,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
в сутки	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
в час	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Получено:

Ионит на сорбцию рения 2	в год	3,41	3,10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	0,01	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																		
	в час	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																		
Промывная вода возврат на сорбцию рения 2	в год	2079,6	2079,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	0,02	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																		
	в час	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																		

Итого:

в год	2083,1	2082,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
в сутки	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
в час	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Упаривание и кристаллизация черного перрената аммония (периодически)

Поступило:

Элюат 2	в год	18,62	18,62	0,00	0,00	553,90	0,00	0,00	0,00	1,27	0,00	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	30	0,0	0,0	0,0	68,1	0,0
	в сутки	0,06	0,06	0,00	0,00	1,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																
	в час	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																

Получено:

Черновой перренат аммония	в год	0,64		0,0	0,0	443,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	0,002		0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
	в час	0,0003		0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
Маточный раствор I	в год	2,7	1,8	0,0	0,0	110,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	62,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	0,0080	0,01	0,0	0,0	0,33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
	в час	0,001	0,001	0,0	0,0	0,055	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	

Статья баланса		Масса, т	Объем, м ³	Количество								Извлечение, %							Содержание, %						Выход, %	
				Cu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %		Cl-
Аммиак 2 на регенерацию	в год	1,3		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0
	в сутки	0,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0															
	в час	0,00		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0															
Конденсат на перекристаллизацию и регенерацию.	в год	14,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	0,04	0,04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
	в час	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															

Растворение и перекристаллизация черного перрената аммония

Поступило:

Черновой перренат аммония	в год	0,64		0,00	0,00	443,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	0,002		0,00	0,00	1,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00															
	в час	0,000		0,00	0,00	0,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00															
Конденсат на перекристаллизацию	в год	1,97	1,97	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	0,01	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
	в час	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															

Получено:

Беловой перренат аммония	в год	0,51		0,0	0,0	354,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	0,002		0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
	в час	0,000		0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
Маточный раствор II	в год	3,1	2,05	0,0	0,0	88,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	43,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	в сутки	0,01	0,01	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
	в час	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															

Регенерация аммиачной воды

Поступило:

Аммиак 1 на регенерацию 1	в год	314,63		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	314,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	0,125		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0															
	в час	0,0052		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
Аммиак 2 на регенерацию 1	в год	1,3		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	
	в сутки	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00															
	в час	0,0000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00															
Конденсат на регенерацию	в год	12,07	12,07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	в сутки	0,04	0,04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
	в час	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
Аммиак водный 25	в год	0,37	0,41	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,09	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	227,	0,0	

Статья баланса		Масса, т	Объем, м³	Количество								Извлечение, %							Содержание, %						Выход, %		
				Cu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %		Cl-	NH3
%	в сутки	0,001	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в час	0,0001	0,0001	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
Вода деионизированная	в год	4000,92	4000,92	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в сутки	1,60	1,60	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в час	0,07	0,07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Получено:

Аммиачная вода 7 %	в год	4329,3	4463,15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	316,0	0,0																
	в сутки	1,8	1,82	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,0	0,0	0,0	0,0	70,8	0,0
	в час	0,1	0,07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Сорбция серебра из рафината 1

Поступило:

Рафинат 1 на сорбцию Ag	в год	220074,6	200068,2	4252,9	7209,1	1,1	278,3	0,0	5854,8	0,0	972,9	100,0	100,0	0,3	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	21,3	36,0	0,0	1,4	0,0	29,3	0,0	4,9	0,0
	в сутки	656,9	597,2	12,7	21,5	0,0	0,8	0,0	17,5	0,0	2,9	0,0	0,0	0,3	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	21,3	36,0	0,0	1,4	0,0	29,3	0,0	4,9	0,0
	в час	27,4	24,9	0,5	0,9	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	21,3	36,0	0,0	1,4	0,0	29,3	0,0	4,9	0,0
Ионит Lewatit TP 214 на сорбцию серебра	в год	440,6	400,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	в сутки	1,3	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	в час	0,055	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Итого:

в год	220515,2	200468,7	4252,9	7209,1	1,1	278,3	0,0	5854,8	0,0	972,9																		
в сутки	658,2	598,4	12,7	21,5	0,0	0,8	0,0	17,5	0,0	2,9											36,0	0,0						
в час	27,4	24,9	0,5	0,9	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,1											36,0	0,0						

Получено:

Насыщенный ионит Lewatit TP 214	в обороте	447,7	400,5	0,0	7187,5	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	99,7	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	1,3	1,2	0,0	21,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	99,7	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в час	0,056	0,050	0,0	0,9	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	99,7	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Рафинат 2 на сорбцию Cu	в год	220067,5	200068,2	4252,9	21,6	0,0	278,3	0,0	5854,8	0,0	972,9	100,0	0,3	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	21,3	0,1	0,00	1,39	0,0	29,3	0,0	4,9	
	в сутки	656,9	597,2	12,7	0,1	0,00	0,8	0,0	17,5	0,0	2,9	100,0	0,3	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	21,3	0,1	0,00	1,39	0,0	29,3	0,0	4,9	
	в час	27,4	24,9	0,5	0,0	0,00	0,03	0,00	0,73	0,0	0,12	100,0	0,3	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	21,3	0,1	0,00	1,39	0,0	29,3	0,0	4,9	

Итого:

Статья баланса	Масса, т	Объем, м ³	Количество									Извлечение, %								Содержание, %							Выход, %	
			Сu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl- 5854,8	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %	Cl-	NH3	HNO 3		
	в год	220515,2	200468,7	4252,9	7209,1	1,1	278,3	0,0	5854,8	0,0	972,9																	
	в сутки	658,2	598,4	12,7	21,5	0,0	0,8	0,0	17,5	0,0	2,9																	
	в час	27,4	24,9	0,5	0,9	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,1																	
Десорбция серебра сернокислым раствором тиокарбамида																												
Поступило:																												
Насыщенный ионит Lewatit TP 214	в год	447,75	400,51	0,0	7187,5	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
	в сутки	1,34	1,20	0,0	21,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в час	0,06	0,05	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
Сернокислый раствор тиокарбамида	в год	1682,13	1602,03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
	в сутки	5,02	4,78	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в час	0,21	0,20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
Получено:																												
Элоат 3 на электролиз серебра	в год	1689,32	1602,71	0,0	7187,5	1,1	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0																	
	в сутки	5,04	4,78	0,0	21,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в час	0,21	0,20	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,0																
Ионит на сорбцию серебра	в год	440,56	399,82	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
	в сутки	1,32	1,19	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	в час	0,05	0,05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
Электролиз серебра																												
Поступило:																												
Элоат 3 на электролиз серебра	в год	1689,32	1602,71	0,00	7187,5	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00																	
	в сутки	5,04	4,78	0,00	21,46	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в час	0,21	0,20	0,00	0,89	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00																	
Получено:																												
Катодный осадок серебра	в год	7,187	0,68	0,0	7187,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
	в сутки	0,02	0,00	0,0	21,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в час	0,00	0,00	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
Сернокислый раствор тиокарбамида	в год	1682,13	1602,03	0,00	0,00	1,1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																	
	в сутки	5,02	4,78	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0	0	0	0	0	
	в час	0,21	0,20	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																	
Сорбция меди из рафината 2																												
Поступило:																												
Рафинат 2 на	в год	220067,5	200068,2	4252,9	21,6	0,0	278,3	0,0	5854,	0,0	972,9	100,	100,	100,	100,	100,	100,	0,0	100,	21,3	0,1	0,00	1,39	0,0	29,3	0,0	4,9	

Статья баланса	Масса, т	Объем, м³	Количество									Извлечение, %							Содержание, %						Выход, %	
			Сu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-8	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %	Cl-		NH3
сорбцию Cu																										
	в сутки	656,9	597,2	12,7	0,1	0,0	0,8	0,0	17,5	0,0	2,9															
	в час	27,4	24,9	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,1															
Ионит Lewatit TP 209 XL на сорбцию меди	в год	133661,5	121510,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
	в сутки	399,0	362,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в час	16,6	15,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															

Получено:

Насыщенный ионит Lewatit TP 209 XL	в год	137914,4	121510,4	4252,9	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в сутки	411,7	362,7	12,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в час	17,2	15,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
Рафинат 3 на сорбцию цинка	в год	215814,5	200068,2	0,0	0,0	0,0	278,3	0,0	5854,8	0,0	972,9																
	за цикл	644,2	597,2	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	17,5	0,0	2,9	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	100,0	0,00	0,00	1,39	0,0	29,3	0,0	4,9	
	в час	26,8	24,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,1																

Итого:

в год	353728,9	321578,6	4252,9	21,6	0,0	0,0	278,3	0,0	5854,8	0,0	972,9															
в сутки	1055,9	959,9	12,7	0,1	0,0	0,0	0,8	0,0	17,5	0,0	2,9															
в час	44,0	40,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,1															

Вытеснительная промывка

Поступило:

Насыщенный ионит Lewatit TP 209 XL	в год	137914,4	121510,4	4252,9	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в сутки	411,7	362,7	12,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в час	17,2	15,1	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
Раствор медного купороса	в год	127578,4	121503,2	6075,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в сутки	380,9	362,7	18,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	в час	15,9	15,1	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																

Итого:

в год	265492,8	243013,6	10328,1	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
в сутки	792,5	725,4	30,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
в час	33,0	30,2	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															

Получено:

Насыщенный ионит Lewatit TP 209 XL	в год	138521,9	121510,4	4860,4	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
	в сутки	413,5	362,7	14,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Статья баланса	Масса, т	Объем, м³	Количество									Извлечение, %							Содержание, %						Выход, %		
			Cu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %	Cl-		NH3	HNO 3
	в час	17,2	15,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
Оборотный раствор медного купороса	в год	126970,8	121503,2	5467,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	45,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	379,0	362,7	16,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в час	15,8	15,1	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																

Итого:

в год	265492,8	243013,6	10328,1	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
в сутки	792,5	725,4	30,8	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
в час	33,0	30,2	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Десорбция меди оборотным электролитом

Поступило:

Насыщенный ионит Lewatit TP 209 XL	в год	138521,9	121510,4	4860,4	21,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	413,5	362,7	14,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
	в час	17,2	15,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
Оборотный медный электролит	в обороте	340232,1	283526,8	9923,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	120,9	0,0	
	за цикл	1015,6	846,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
	в час	42,3	35,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	

Получено:

Насыщенный медный электролит	в год	344485,0	283526,8	14176,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100	100	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	1065,2	846,3	14,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
	в час	44,4	35,3	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
Lewatit TP 209 XL на сорбцию меди	в год	133661,5	121510,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	399,0	362,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
	в час	16,6	15,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
Медный купорос	в год	2373,1	659,2	607,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	120,9	0,0	
	в сутки	7,1	2,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	
	в час	0,3	0,1	0,1	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																	

Электролиз меди

Поступило:

Насыщенный медный электролит	в год	344485,02	283526,77	14176,3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	1065,20	846,34	14,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																	
	в час	44,38	35,26	0,6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																	

Получено:

Статья баланса		Масса, т	Объем, м³	Количество								Извлечение, %							Содержание, %						Выход, %		
				Cu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %		Cl-	NH3
	сутки																										
	в час	1,4	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																

Получено:

Раствор цинкового купороса	в год	11467,3	10125,8	0,0	0,0	0,0	278,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	34,2	30,2	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в час	1,4	1,3	0,0	0,0	0,0	0,03	0,0	0,0	0,0	0,0																
Ионит Lewatit TP 260 для сорбции цинка	в год	10204,3	9276,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	30,5	27,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в час	1,3	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																

Упаривание и кристаллизация цинкового купороса

Поступило:

Раствор цинкового купороса	в год	11467,3	10125,8	0,0	0,0	0,0	278,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	34,2	30,2	0,0	0,0	0,0	0,83	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в час	1,43	1,26	0,0	0,0	0,0	0,03	0,0	0,0	0,0	0,0																

Получено:

Цинковый купорос	в год	1228,8	323,4	0,0	0,0	0,0	278,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	в сутки	3,7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,83	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в час	0,15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,03	0,0	0,0	0,0	0,0																
Конденсат	в год	10238,5	10238,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	в сутки	30,6	30,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в час	1,273	1,27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																

Отмывка железисто-гипсового кека от железа

Поступило:

Железисто-гипсовый кек	в год	56661,4	23756,1	44,2	74,9	1,8	2,8	3343,8	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,1	1,3	0,0	0,0	5,9	0,0	0,0	0,0
	в сутки	169,1	70,9	0,1	0,2	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0																
	в час	7,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0																
Влага с кеком	в год	6301,5	5728,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	в сутки	18,8	17,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в час	4,1	3,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
Раствор серной кислоты 4 %	в год	42828,1	41783,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	в сутки	127,8	124,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																
	в час	2,2	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0																

Получено:

Статья баланса		Масса, т	Объем, м³	Количество								Извлечение, %								Содержание, %							Выход, %	
				Сu, т	Ag, кг	Re, кг	Zn, т	Fe, т	Cl-	NH3	HNO3	Cu	Ag	Re	Zn	Fe	Cl-	NH3	HN O3	Cu, %	Ag, г/т	Re, г/т	Zn, %	Fe, %	Cl-	NH3		HNO 3
Раствор сульфата железа (III)	в год	54240,8	42107,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2675,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	63,5	0,0	0,0	0,0		
	в сутки	161,9	125,7	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0																	
	в час	7,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0																	
Отвальный кек	в год	51550,1	23431,9	44,2	74,9	1,8	2,8	668,8	0,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	
	в сутки	153,9	69,9	0,1	0,2	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0																	
	в час	6,4	2,91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0																	
Восстановление железа (III) до железа (II)																												
Поступило:																												
Раствор сульфата железа (III)	в год	54240,8	42107,7	0,0	0,0	0,0	0,0	2675,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	63,5	0,0	0,0	0,0	
	в сутки	161,9	125,7	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0																	
	в час	7,0	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0																	
Маточный раствор 3	в год	81036,2	66972,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6272,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	93,7	0,0	0,0	0,0		
	в сутки	241,8	199,9	0,0	0,0	0,0	0,0	18,7	0,0	0,0	0,0																	
	в час	10,1	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0																	
Железный лом	в год	1671,9	212,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1671,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0		
	в сутки	5,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0																	
	в час	0,21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,21	0,0	0,0	0,0																	
Получено:																												
Раствор сульфата железа (II)	в год	136948,9	109292,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10619,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	97,2	0,0	0,0	0,0	
	в сутки	408,7	326,2	0,0	0,0	0,0	0,0	31,7	0,0	0,0	0,0																	
	в час	17,3	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0																	
Упаривание и кристаллизация железного купороса																												
Поступило:																												
Раствор сульфата железа (II)	в год	136948,9	109292,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10619,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	97,2	0,0	0,0	0,0	
	в сутки	408,7	326,2	0,0	0,0	0,0	0,0	31,7	0,0	0,0	0,0																	
	в час	17,3	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0																	
Получено:																												
Железный купорос	в год	21579,5	11922,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4347,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,1	0,0	0,0	0,0	
	в сутки	64,4	35,6	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	0,0	0,0	0,0																	
	в час	2,7	1,5	0,0	0,0	0,0	0,00	0,5	0,0	0,0	0,0																	
Маточный раствор 3	в год	81036,2	66972,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6272,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	59,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	93,7	0,0	0,0	0,0		
	в сутки	241,8	199,9	0,0	0,0	0,0	0,0	18,7	0,0	0,0	0,0																	
	в час	10,1	8,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0																	

6 НОРМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА НА ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ УСТАНОВКЕ

Таблица 6.1 – Нормы технологического режима

№ п/п	Наименование параметра	Единица измерения	Значение параметра	Примечание
<i>Механообработка поверхности</i>				
1.	Ж:Т		1:1	
2.	Время	мин.	45-60	
<i>Декарбонизация</i>				
3.	Расход серной кислоты	кг/т конц-та	20-40	
4.	рН		4,5-5	
5.	Время процесса	ч	0,5-1	
6.	Плотность декарбонизованной пульпы	т/м ³	1,4-1,5	
<i>Выщелачивание</i>				
7.	Ж:Т		4:1	
8.	Начальная концентрация азотной кислоты	г/л	120-140	
9.	Начальная концентрация Cl ⁻	г/л	30-40	
10.	Плотность оборотного раствора	т/м ³	1,1	
11.	Плотность пульпы после выщелачивания	т/м ³	1,2-1,3	
12.	Конечная кислотность, не более	г-экв/л	0,5	
13.	Продолжительность выщелачивания	ч	1,5-2	
14.	Температура выщелачивания	°С	80-90	
<i>Абсорбция нитрозных газов</i>				
15.	Количество разбавленных воздухом оксидов азота NO _x	м ³ /ч	8600 - 13120	ВНИПИПТ
16.	Максимальное содержание NO _x в газах	г/м ³	174	
17.	Процентное содержание NO _x в газах	%	8,7	
18.	Количество пульпы концентрата, поступающего на операцию	м ³ /ч	7,7	

№ п/п	Наименование параметра	Единица измерения	Значение параметра	Примечание
	улавливания окислов азота			
19.	Количество концентрированной 92% серной кислоты, поступающей на абсорбцию (циркуляция)	т/ч	0,5	
20.	Плотность сгущенной пульпы, поступающей на абсорбцию газов	кг/м ³	1460	
21.	Ж:Т		1:1	
22.	Циркуляция щелочного раствора, поступающего на улавливание NOx	м ³ /ч	5,5	
23.	Концентрация Na ₂ CO ₃ в исходном содовом растворе	%	15	
24.	Циркуляция оборотного раствора на абсорбцию нитрозных газов	м ³ /ч	14,5	
25.	Количество пульпы, поступающей со стадии абсорбции на выщелачивание	т/ч	9	
26.	Плотность орошения нитрозных газов пульпой в абсорбере	м ³ /м ² /ч	6,8	
27.	Количество пульпы, подающейся на орошение	м ³ /ч	16,5	
28.	Плотность орошения нитрозных газов концентрированной серной кислотой в абсорбере	м ³ /м ² /ч	6,8	
29.	Количество серной кислоты, поступающей на орошение	м ³ /м ² /ч	13,6	
30.	Плотность орошения нитрозных газов щелочным раствором в абсорбере	м ³ /м ² /ч	7	
31.	Количество содового раствора, поступающего на орошение в абсорбере	м ³ /ч	14	
32.	Плотность орошения нитрозных газов оборотным раствором в абсорбере	м ³ /м ² /ч	7	
33.	Количество оборотного раствора, поступающего на орошение в	м ³ /ч	14	

№ п/п	Наименование параметра	Единица измерения	Значение параметра	Примечание
	абсорбер			
34.	Скорость газо-воздушной смеси в абсорбере	м/с	1,5	
35.	Скорость газового потока в соединительных трубопроводах абсорберов	м/с	13	
<i>Приготовление известнякового молока</i>				
36.	Ж:Т		4:1	
37.	Температура приготовления	°С	окр. ср.	
38.	Концентрация раствора известнякового молока	г/л	250	
<i>Осаждение железисто-гипсового кека</i>				
39.	Ж:Т		4:1	
40.	рН		3,8-4	
41.	Время осаждения	мин.	10-15	
42.	Расход известнякового молока на 1 м ³ пульпы выщелачивания	кг/м ³	250-300	
<i>Сгущение пульпы железисто-гипсового кека</i>				
43.	Скорость осаждения	м/ч		требуется уточнения
44.	Расход флокулянта	кг/час		требуется уточнения
45.	Концентрация раствора флокулянта	%		требуется уточнения
<i>Фильтрация сгущенной пульпы железисто-гипсового кека</i>				
46.	Скорость фильтрации	м ³ /(м ² ·час)	0,2-0,3	требуется уточнения
47.	Плотность кека (влажного)	т/м ³	2,1-2,2	
48.	Влажность кека	%	10-15	
<i>Кислотная промывка железисто-гипсового кека с растворением соединений железа</i>				
49.	рН		2	
50.	Продолжительность промывки	мин.	30	
51.	Температура процесса	°С	50-60	

№ п/п	Наименование параметра	Единица измерения	Значение параметра	Примечание
<i>Сгущение пульпы отвального кека</i>				
52.	Скорость осаждения	м/ч		требуется уточнения
53.	Расход флокулянта	кг/час		требуется уточнения
54.	Концентрация раствора флокулянта	%		требуется уточнения
<i>Фильтрация сгущенной пульпы отвального кека</i>				
55.	Скорость фильтрации	м ³ /(м ² ·час)	0,2-0,3	требуется уточнения
56.	Плотность кека, влажного	т/м ³	2,0-2,1	требуется уточнения
57.	Влажность кека	%	10-15	
<i>Восстановление Fe(III) до Fe(II)</i>				
58.	Концентрация ионов железа в растворе	кг/м ³	90-100	
59.	Показатель pH раствора	ед.	7	
60.	Расход восстановителя	кг/ч	70	
<i>Упаривание раствора сульфата Fe(II)</i>				
61.	Температура выпарки	°С	80-100	
62.	Продолжительность выпарки	час	5-6	
63.	Производительность выпарки по упариваемой воде	м ³ /час	1,5	
64.	Кратность упаривания		1,5-2	
<i>Кристаллизация сульфата Fe(II)</i>				
65.	Конечная температура раствора	°С	20	
66.	Содержание твердого в пульпе	г/л	250-270	
<i>Фильтрация и сушка железного купороса</i>				
67.	Температура сушки	°С	≤ 50	
<i>Сорбция рения</i>				
68.	Единовременная загрузка сорбента	м ³	2	В каждый пачук + 2 на перегрузку
69.	Емкость ионита по рению	кг/м ³	5-6	

№ п/п	Наименование параметра	Единица измерения	Значение параметра	Примечание
70.	Производительность по фильтрату 1	м ³ /ч	22-25	
71.	Температура раствора на сорбцию	°С	≤ 60	
<i>Водная промывка ионита</i>				
72.	Объем промывной воды к объему сорбента	м ³ /м ³	4	
73.	Время промывки	мин.	120	
74.	Температура раствора на промывку	°С	окр. ср.	
<i>Промывка маточным раствором 1 ионита</i>				
75.	Объем маточного раствора к объему сорбента	м ³ /м ³	0,01-0,015	
76.	Температура раствора на промывку	°С	≤ 60	
<i>Десорбция рения</i>				
77.	Удельная скорость потока	$V_p / V_{и}$ в час	3	
78.	Время десорбции	мин.	120	
79.	Температура раствора на десорбцию	°С	≤ 60	
<i>Водная промывка ионита после десорбции</i>				
80.	Объем промывной воды к объему сорбента	м ³ /м ³	2	
81.	Время промывки	мин.	120	
82.	Температура раствора на промывку	°С	окр. ср.	
<i>Отгонка аммиака после сорбции рения</i>				
83.	Температура отгонки аммиака	°С	60-70	
84.	Продолжительность отгонки	час	2-2,5	
85.	Степень отгонки	%	95-99	
86.	рН		7,0	
<i>Регенерация аммиака</i>				
87.	Степень абсорбции аммиака	%	99,5	
88.	Концентрация готового раствора	%	7	

№ п/п	Наименование параметра	Единица измерения	Значение параметра	Примечание
	аммиака			
<i>Сорбционное концентрирование рения (на анионите)</i>				
89.	Удельная скорость потока	V_p/V_n в час	1	
90.	Емкость ионита по ионам рения	кг/м ³	20	В пересчете на Re
91.	Температура раствора на сорбцию	°С	≤ 60	
<i>Водная промывка ионита</i>				
92.	Объем промывной воды к объему сорбента	м ³ /м ³	2	
93.	Время промывки	мин.	60	
94.	Температура раствора на промывку	°С	окр. ср.	
<i>Промывка маточным раствором 2 ионита</i>				
95.	Объем маточного раствора к объему сорбента	м ³ /м ³	0,6-0,7	
96.	Время промывки	час	33-34	
97.	Температура раствора на промывку	°С	≤ 60	
<i>Десорбция рения II</i>				
98.	Удельная скорость потока	V_p/V_n в час	1,0	
99.	Температура раствора на десорбцию	°С	≤ 60	
<i>Водная промывка ионита после десорбции</i>				
100.	Объем промывной воды к объему сорбента	м ³ /м ³	2	
101.	Время промывки	мин.	60	
102.	Температура раствора на промывку	°С	окр. ср.	
<i>Зарядка сорбента в SO4(2-) форму</i>				
103.	Концентрация серной кислоты в растворе	г/л	50	
104.	Продолжительность	мин.	60	
<i>Упаривание раствора рения</i>				

№ п/п	Наименование параметра	Единица измерения	Значение параметра	Примечание
105.	Температура выпарки	°С	80-100	
106.	Продолжительность выпарки	час	5-6	
107.	Производительность выпарки	л/час	100	
108.	Кратность упаривания		7	
<i>Кристаллизация черного концентрата перрената аммония</i>				
109.	Конечная температура раствора	°С	20	
110.	Содержание твердого в пульпе	г/л	200	
<i>Фильтрация черного перрената аммония</i>				
111.	Плотность осадка, влажного	т/м ³	3,3-3,7	
112.	Влажность осадка	%	8-10	
<i>Растворение черного концентрата перрената аммония</i>				
113.	Соотношение Ж:Т	масс.	3:1	
114.	Температура процесса	°С	80	
115.	Продолжительность	час	1	
<i>Кристаллизация чистого перрената аммония</i>				
116.	Начальная температура раствора	°С	80	
117.	Конечная температура раствора	°С	20	
118.	Содержание твердого в пульпе	г/л	200	
<i>Фильтрация и отмывка чистого перрената аммония</i>				
119.	Плотность осадка, влажного	т/м ³	3,3-3,7	
120.	Влажность осадка	%	8-10	
<i>Сорбция серебра</i>				
121.	Единовременная загрузка сорбента	м ³		требует уточнения
122.	Емкость ионита по серебру	кг/м ³	18	требует уточнения
123.	Производительность по рафинату 1	м ³ /ч	22-25	
124.	Температура раствора на сорбцию	°С	≤ 60	требует уточнения
<i>Промывка ионита после сорбции</i>				

№ п/п	Наименование параметра	Единица измерения	Значение параметра	Примечание
125.	Удельная скорость потока на промывку	$V_p / V_{и}$ в час	2	
126.	Время промывки	мин.	30	
127.	Температура раствора на промывку	°С	окр. ср.	
<i>Десорбция серебра</i>				
128.	Удельная скорость потока на десорбцию	$V_p / V_{и}$ в час	2	
129.	Время десорбции	мин.	60	
130.	Температура раствора на десорбцию	°С	≤ 60	
<i>Электролиз серебра</i>				
131.	Плотность тока	А/м ²	50-60	
132.	Напряжение на ванне	В	4,5-5,0	
133.	Время электролиза	ч	48-60	
<i>Сорбция меди</i>				
134.	Производительность по рафинату 2	м ³ /час	22-25	
135.	Единовременная загрузка сорбента (сорбционный каскад – 4 ступени)	м ³	10	в каждый пачук
136.	Распределение сорбента по ступеням сорбции	м ³	равномерное	
137.	Удельный расход сорбента	л/т меди	0,8	
138.	Ёмкость ионита по ионам меди	кг/м ³	35	
139.	Температура раствора на сорбцию	°С	≤ 60	
<i>Вытеснительная промывка ионита после сорбции</i>				
140.	Удельная скорость потока на промывку	$V_p / V_{и}$ в час	2	
141.	Время промывки	мин.	60	
142.	Температура раствора на промывку	°С	≤ 60	
<i>Десорбция меди</i>				
143.	Удельная скорость потока на	$V_p / V_{и}$ в час	2	

№ п/п	Наименование параметра	Единица измерения	Значение параметра	Примечание
	десорбцию			
144.	Время десорбции	мин.	60	
145.	Температура раствора на десорбцию	°С	≤ 60	
<i>Электролиз меди</i>				
146.	Плотность тока	А/м ²	275-300	
147.	Напряжение на ванне	В	2,0-2,2	
148.	Температура электролита	°С	35-45	
149.	Концентрация меди в электролите	г/л	38-45	
150.	Концентрация свободной серной кислоты в элеткролите	г/л	150-170	
151.	Расход вспенивателя	мл/м ³	40-60	
<i>Упаривание раствора сульфата Си</i>				
152.	По существующей технологии в ЦЭМ ЖМЗ			
<i>Кристаллизация сульфата Си</i>				
153.	По существующей технологии в ЦЭМ ЖМЗ			
<i>Фильтрация медного купороса</i>				
154.	По существующей технологии в ЦЭМ ЖМЗ			
<i>Растворение медного купороса</i>				
155.	Концентрация меди в растворе медного купороса	г/л	50	
<i>Сорбция цинка</i>				
156.	Удельная скорость потока на сорбцию	$V_p / V_{и}$ в час	5,5-6	
157.	Ёмкость ионита по цинку	кг/м ³	30	
158.	Температура раствора на сорбцию	°С	окр. ср.	
<i>Десорбция цинка</i>				
159.	Удельная скорость потока на десорбцию	$V_p / V_{и}$ в час	0,5	

№ п/п	Наименование параметра	Единица измерения	Значение параметра	Примечание
160.	Время десорбции	час	2	
161.	Температура раствора на десорбцию	°С	окр. ср.	
162.	Концентрация H ₂ SO ₄ в десорбенте	г/л	100-150	
<i>Упаривание раствора сульфата цинка</i>				
163.	Температура выпарки	°С	80-100	
164.	Остаточное разрежение в выпарной станции ¹	мм.рт.ст.		требуется уточнения
165.	Производительность выпарки	м ³ /час	0,2	
166.	Кратность упаривания	раз	5-6	
<i>Фильтрация кристаллов сульфата цинка</i>				
167.	Температура сушки кристаллов	°С	80-100	
168.	Продолжительность сушки кристаллов	час	2	

7 ВЫБОР ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИНЯТЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Таблица 7.1 - Спецификация оборудования для комплексной переработки бедных сульфидных руд Жезказганского месторождения

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПУЛЬПЫ ЧМК, ПОДГОТОВКА ПОВЕРХНОСТИ МИНЕРАЛОВ					
P-100	реактор	V=100 м3	D=6230 мм; H=6955 мм, N=45 кВт	сталь углеродистая	1
H-101/1,2	агрегат электронасосный	Q=38 м3/час	H=44 м, N= 15 кВт.1450 об\мин.	гуммированный резиной	2
P-102	реактор	V=100 м3	D=6230 мм; H=6955 мм 45кВт.	сталь углеродистая	1
H-103/1,2	агрегат электронасосный	Q=38 м3/час	H=25 м, N=7,5 кВт. 1450 об/мин.	гуммированный резиной	2
СГ-104	сгуститель	Q=8 м3\м2•ч	D=6000 мм, Foc=28,3 м ² , N=1,1+2,2 кВт	сталь углеродистая	1
H-105/1,2	агрегат электронасосный	Q=8,22 м3/час	H=25 м, N=5,5 (5,5) кВт	гуммированный резиной	2
E-106	емкость	V=16,0 м3	D=2840 ММ; H=3000 ММ	РР	1
H-107/1,2	агрегат электронасосный	Q=43,0 м3/час	H=20 м, N=15 кВт.1000 об/мин.	12Х18Н9ТЛ	2
P-108	реактор	V=40 м3	D=4200 мм; H=5812 мм, N=22 кВт	сталь углеродистая	1
H-109/1,2	агрегат электронасосный	Q=8,22 м3/час	H=50 м, N=11 кВт.1450 об/мин.	гуммированный резиной	2
P-110	реактор	V=100 м3	D=6230 мм; H=6955 мм. 45кВт	сталь углеродистая	1
H-111/1,2	агрегат электронасосный	Q=8,22 м3/час	H=24 м, N=5,5 кВт. 1450 об/мин.	гуммированный резиной	2
P-114/1	оттирочная машина	V=4,0 м3	D=1850 мм; H=3646 мм, N=37 кВт	углеродистая сталь	1

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
P-114/2	отгирочная машина	V=4,0 м3	D=1850 мм; H=3646 мм N=37 кВт	углеродистая сталь	1
	мельница бисерная с керамическими мелющими телами	6 т/ч	N=75 кВт		1
P-115/1,2	реактор	V=20,0 м3	D=2940 мм; H=4000 мм; N=15 кВт	сталь углеродистая	2
H-116/1,2	агрегат электронасосный	Q=8,22 м3/час	H=24 м, N=5,5 кВт. 1450 об/мин.	гуммированный резиной	2
ДЕКАРБОНИЗАЦИЯ ПУЛЬПЫ ЧМК, ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ, АБСОРБЦИЯ НИТРОЗНЫХ ГАЗОВ					
P-200/1	реактор	V=20,0 м ³	D=3000 мм; H=4000 мм; N=15 кВт	PP	1
P-200/2	реактор	V=20,0 м ³	D=3000 мм; H=4000 мм; N=15 кВт	PP	1
H-201/1,2	агрегат электронасосный	Q=8,45 м3/час	H=25 м, N=5,5 кВт. 1450 об/мин.	гуммированный резиной	2
E-202	емкость	V=6,0 м3	D=2200 мм; H=2200 мм	12X18H9ТЛ	1
H-202/а,б	агрегат электронасосный	Q=0,1-0,6 м3/час	H=10-30 м	PVDF, PTFE	2
E-203	емкость	Q=1,0-3,0 м3/час	H=10-30 м	сталь ЭИ-943	1
H-203/а,б	агрегат электронасосный	Q=0,1-0,6 м3/час	H=10-30 м	PVDF, PTFE	2
P-204/1,2	реактор	Q=1,0-3,0 м3/час	H=10-30 м	PP, PVDF	2
P-204/3-6	реактор	V=20,0 м ³	D=2800 мм; H=3300 мм; N=15 кВт	PP	4
P-205/1,2	реактор	V=20,0 м ³	D=3000 мм; H=4000 мм; N=15 кВт	PP	2
H-206/1,2	агрегат электронасосный	Q=22,7 м3/час	H=25 м, N=7,5 (11) кВт	гуммированный резиной	2

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
Е-207	емкость	V=2,7 м ³	D=1640 мм; H=1720 мм	PP	1
Н-207/а,б	агрегат электронасосный	Q=23,5 м ³ /час	H=32 м, N=11 кВт 3000 об/мин.	PP, PTFE	2
Н-208/1	агрегат электронасосный	Q=28,5 м ³ /час	H=20 м, N=7,5 кВт. 1450 об/мин	шланг EPDM	1
ТО-209	теплообменник	F=42 м ²	ТЕПЛООБМЕННИК КОЖУХОТРУБНЫЙ 600 ККВ-6-10-М10-О/25-3-2-2, ПЛОЩАДЬ ТЕПЛООБМЕНА F =58.4М2.	графит	1
Е-210	емкость	V=2,7 м ³	D=1660 мм; H=1600 мм	12X1810T	1
Н-210/а,б	агрегат электронасосный	Q=0,8-2,5 м ³ /час	H=10-30 м	PVDF, PTFE	2
Е-211	емкость	V=2,7 м ³	D=1640 мм; H=1600 мм	PP	1
ТО-212	теплообменник	F=56 м ²	ТЕПЛООБМЕННИК КОЖУХОТРУБНЫЙ 600 ККВ-6-10-М10-О/25-3-2-2, ПЛОЩАДЬ ТЕПЛООБМЕНА F =58.4М2.	графитопласт	1
Р-213	реактор	V=12,0 м ³	D=2700 мм; H=3100 мм; N=11,0 кВт	PP	1
АБ-215	абсорбер	V=23,0 м ³	D=2400 мм; H=12140 мм	сталь ЭИ-943 (06ХН28МДТ)	1
Р-217	реактор	V=2,7 м ³	D=1700 мм; H=2100 мм N=3,0 кВт	PP	1
Н-218/1	агрегат электронасосный	Q=28.5 м ³ /час	H=20 м, N=5.5 кВт	гуммированный резиной	1
Н-218/2а, 2б	агрегат электронасосный	Q=32,2 м ³ /час	H=10-30 м, N=11 кВт	шланг EPDM	2
Е-219	емкость	V=2,7 м ³	D=1520 мм; H=1650 мм	12X18H10T	1

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
Н-220/1,2	агрегат электронасосный	Q=23,5 м3/час	Н=32 м, N=11кВт 3000 об/мин.	12Х18Н12МЗТЛ	2
АПС-221/1,2,3	абсорбер	V _{куб} =8,0 м ³	D _{куб} =2200 ММ; D _{кол} =800 ММ, Н=5325 ММ, F _{зм} =13 м2	РР, сталь 12Х18Н10Т	3
Н-222/1-3	агрегат электронасосный	Q= 30 м3/час	Н=19 м, N=2,2 кВт	РР	3
ОК-223/1,2	колона окислительная газовая	V=17,6 м ³	D=1500 мм; Н=10000 мм	РР	2
ОК-224	колона окислительная	V=12,0 м ³	D=1600 ММ; Н=6180 ММ	12Х18Н10Т	1
Н-225/1,2	агрегат электронасосный	Q=39 м3/час	Н=20 м, N=11 кВт. 1450 об/мин.	12Х18Н12МЗТЛ	2
АБК-226	абсорбер	V=18 м ³	D=1650 мм; Н=10585 мм	сталь ЭИ-943 (06ХН28МДТ)	1
Е-227	емкость	V=2,7 м ³	D=1640 мм; Н=1650 мм	сталь ЭИ-943 (06ХН28МДТ)	1
Н-228/1	агрегат электронасосный	Q=50 м3/час	Н=20 м, N=18,5 кВт. 1450 об/мин.	07ХН25МДТЛ	1
Н-228/2	агрегат электронасосный	Q=12,5 м3/час	Н=32 м, N=7,5 кВт	07ХН25МДТЛ	1
Е-229	емкость	V=2,7 м ³	D=1640 ММ; Н=1720 ММ	РР	1
Е-230	емкость	V=2,7 м ³	D=1930 ММ; Н=1600 ММ	12Х18Н10Т	1
ГД-231/1,2	газодувка	Q=122,8 м3/мин	Р=9 м. вод. ст., n=1450 об/мин, N=250 кВт	коррозионностойкая	2
Е-232	емкость	V=2,7 м ³	D=1640 ММ; Н=1720 ММ	РР	1
Н-232/а	агрегат электронасосный	Q=0,8-2,5 м3/час	Н=10-30 м	PVDF, PTFE	1

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
ПТС-233/1-4	абсорбер	$V_{куб}=8,0 \text{ м}^3$	$D_{куб}=2200 \text{ мм}; D_{кол}=800 \text{ мм}, H=5325 \text{ мм}, F_{зм}=13 \text{ м}^2$	РР, сталь 12Х18Н10Т	4
Н-234/1-4	агрегат электронасосный	$Q=30 \text{ м}^3/\text{час}$	$H=19 \text{ м}, N=2,2 \text{ кВт}$	РР	4
Е-235	емкость	$V=2,7 \text{ м}^3$	$D=1640 \text{ мм}; H=1720 \text{ мм}$	РР	1
Н-236	агрегат электронасосный	$Q=6,3 \text{ м}^3/\text{час}$	$H=37 \text{ м}, N=5,5 \text{ кВт. } 3000 \text{ об/мин.}$	12Х18Н9ТЛ	1
Л-237	ловушка	$V=0,4 \text{ м}^3$	$D=940 \text{ мм } H=1150 \text{ мм}$	РР	1
Е-238	емкость	$V=2,7 \text{ м}^3$	$D=1640 \text{ мм}; H=1720 \text{ мм}$	РР	1
Н-238/а	агрегат электронасосный	$Q=0,1-0,6 \text{ м}^3/\text{час}$	$H=10-30 \text{ м}$	PVDF, PTFE	1
В-239/1,2	Газодувка	$Q=122,8 \text{ м}^3/\text{мин}$	$P=9 \text{ м. вод. ст.}, n=1450 \text{ об/мин}, N=250 \text{ кВт}$	коррозионностойкая	2
ШВ-240	вентшахта	$D_{внутр}=250 \text{ мм}$	$H=5 \text{ м}$	РР	1
Л-241	ловушка	$V=0,4 \text{ м}^3$	$D=940 \text{ мм } H=1150 \text{ мм}$	сталь ЭИ-943 (06ХН28МДТ)	1
Р-242	реактор	$V=20,0 \text{ м}^3$	$D=3000 \text{ мм } H=4000 \text{ мм}, N=15 \text{ кВт}$	РР	1
Н-243/а,б	агрегат электронасосный	$Q=20 \text{ м}^3/\text{час}$	$H=25 \text{ м } 7,5 \text{ кВт. } 1450 \text{ об/мин}$	шланг EPDM	2
ОСАЖДЕНИЕ ЖЕЛЕЗО-КАЛЬЦИЕВОГО КЕКА					
Р-244	реактор	$V=20,0 \text{ м}^3$	$D=3000 \text{ мм}; H=4000 \text{ мм}; N=15 \text{ кВт}$	РР	1
Н-245/1,2	агрегат электронасосный	$Q=70 \text{ м}^3/\text{час}$	$H=70 \text{ м}, N=45 \text{ кВт. } 1450 \text{ об/мин.}$	07ХН25МДТЛ	2
Р-246/1,2	реактор	$V=20 \text{ м}^3$	$D=3000 \text{ мм}; H=4000 \text{ мм}; N=15 \text{ кВт}$	РР	2

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
Р-247	реактор	V=6,0 м ³	D=2000 мм; H=2400 мм; N=5,5 кВт	12X18H10T	1
Р-248/1-4	реактор	V=20,0 м ³	D=3000 мм; H=4000 мм; N=15 кВт	PP	4
Н-249/1,2	агрегат электронасосный шламовый	Q=28,5 м ³ /час	H=20 м, N=7,5 кВт. 1450 об/мин.	гуммированный резиной	2
Р-252	реактор	V=20,0 м ³	D=3000 мм; H=4000 мм; N=15 кВт	PP	1
Н-253/1,2	агрегат электронасосный	Q=100 м ³ /час	H=60 м, N=30 кВт	-	2
ФП-254/1,2	фильтр-пресс	F=131 м ²	Nплит=39 шт, Vфильтра=2,679 м ³ , 121кВт	плиты - PP	2
ПТ-254б/1,2	транспортер ленточный		L=8600 мм; B=2020 мм; N=3+2,2 кВт		4
Р-255/1	реактор	V=20,0 м ³	D=3000 мм; H=3900 мм; N=15 кВт	PP	1
Р-255/2	реактор	V=20,0 м ³	D=3000 мм; H=3900 мм; N=15 кВт	PP	1
Н-256/1,2	агрегат электронасосный	Q=20 м ³ /час	H=25 м, N=7,5 кВт. 1450 об/мин.	гуммированный резиной	2
Е-257/1,2	емкость	V=20,0 м ³	D=3000 мм; H=3450 мм	PP	2
Н-258/1,2	агрегат электронасосный	Q=39 м ³ /час	H=20 м, N=11 кВт 1450 об/мин.	07ХН25МДТЛ	2
ПОЛУЧЕНИЕ РАСТВОРА ЖЕЛЕЗНОГО КУПОРОСА					
Р-259	реактор	V=6,3 м ³	D=2200 мм; H=2750 мм; N=5,5 кВт	PP	1
Е-260	емкость	V=2,7 м ³	D=1660 мм; H=1600 мм;	12X18H10T	1

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
Р-261/1,2	реактор	V=12,0 м ³	D=2700 мм; H=3200 мм; N=11 кВт	PP	2
Р-261/3	реактор	V=12,0 м ³	D=2700 мм; H=3200 мм; N=11 кВт	PP	1
Н-262/1,2	агрегат электронасосный	Q=20 м ³ /час	H=25 м, N=7, % кВт. 1450 об/мин.	12X18H12M3TL	2
Р-263	реактор	V=12,0 м ³	D=2700 мм; H=3100 мм; N=11 кВт	PP	1
Н-264/1	агрегат электронасосный	Q=100 м ³ /час	H=60 м, N=30 кВт	-	1
ФП-265/1	фильтр-пресс	F=131 м ²	Nплит=39 шт, Vфильтра=2,679 м ³ , N= 121кВт	плиты - PP	3
ПТ-2656/1	транспортер ленточный		L= мм; B= мм; N=3+2,2 кВт		3
Р-266	реактор	V=8,0 м ³	D=2300 мм; H=3100 мм; N=7,5 кВт	PP	1
Н-267	агрегат электронасосный	Q=10 м ³ /час	H=25 м, N=7,5 кВт	гуммированный резиной	1
Е-268	емкость	V=12,0 м ³	D=2640 мм; H=2700 мм;	PP	1
Н-269/1,2	агрегат электронасосный	Q=6,0 м ³ /час	H=25 м, N=3 кВт. 3000 об/мин.	12X18H12M3TL	2
Р-273/1,2	реактор	V=20,0 м ³	D= мм; H= мм; N=15 кВт	12X18H10T	2
Н-274/1,2	агрегат электронасосный	Q=10 м ³ /час	H=60 м, N=15 кВт	12X18H12M3TL	2
Е-275	емкость	V=21,0 м ³	D=3000 мм; H=3600 мм;	PP	1
Н-276/1,2	агрегат электронасосный	Q=6,3 м ³ /час	H=32 м, N=4 кВт. 3000 об/мин.	12X18H12M3TL	2

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
Р-277	реактор	V=12,0 м ³	D=2700 мм; H=3100 мм; N=11 кВт	PP	1
Н-278	агрегат электронасосный	Q=10 м ³ /час	H=25 м, N=5,5 кВт 1450 об/мин.	гуммированный резиной	1
ФП-280/1,2	фильтр-пресс	F=15 м ²	Nкам=20 шт, Vкам=0,226 м ³ , N=4 кВт	рамы, плиты - PP	2
УПАРИВАНИЕ РАСТВОРА ЖЕЛЕЗНОГО КУПОРОСА					
ВА-281/1-3	выпарная установка	Qисх. р-р=4,4 м ³ /час, Qвып. влага=2,4 м ³ /час	P=0,4 Мпа, t=120-140°C, N=55 кВт	титан BT1-0	3
Н-282/1-3	агрегат электронасосный	Q=250 м ³ /час	H=6 м; N=5,8 кВт	10X17H13M2T	3
ВН-283/1,2	агрегат электронасосный вакуумный	Q=10,5 м ³ /мин	Pв= 0,1 кгс/см ³ , Qводы=2,9 м ³ /час, N=22 кВт.3000 об/мин.	12X18H9ТЛ, 12X18H10Т	2
К-284	теплообменник	F=40 м ²	Pраб=0,8 МПа	09Г2С, ст 20, 10X17H13M2T	1
Л-285	ловушка	V=0,25 м ²	Pраб=0,02 МПа	12X18H10Т	1
Р-285а	реактор	V=12 м ³	D=2700 мм; H=3100 мм; N=11 кВт	сталь ЭИ-943	1
Н-285б/1,2	агрегат электронасосный	Q=20 м ³ /час	H=18 м; N=5,5 кВт. 1450 об/мин.	07ХН25МДТЛ	2
Е-286	емкость	V=2,7 м ³	D=1640 мм; H=1720 мм;	PP	1
Е-286а	емкость	V=6,3 м ³	D=1840 мм; H=2708 мм;	PP	1
Н-286б	агрегат электронасосный	Q=28,5 м ³ /час	H=28 м; N=2,2 кВт	PP	1
Н-287/1,2	агрегат электронасосный	Q=6,0 м ³ /час	H=25 м, N=2,2 кВт.3000 об/мин.	12X18H12M3ТЛ	2

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
ТО-287а	теплообменник	F=0.6 м ²	Рраб=0,3 МПа	графит	1
КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ И ПОЛУЧЕНИЕ ТОВАРНОГО ЖЕЛЕЗНОГО КУПОРОСА					
Е-288	емкость	V=2,7 м ³	D=1640 мм; H=1720 мм;	РР	1
Н-289	агрегат электронасосный	Q=5,0 м ³ /час	H=20 м, N=2,2кВт. 3000 об/мин.	12Х18Н12М3ТЛ	1
Р-290	реактор	V=6,0 м ³	D=2150 мм; H=2600 мм; N=5,5 кВт	12Х18Н10Т	1
ФБ-291/1,2	фильтр барабанный	F=10 м ²	N=3,3 кВт	10Х17Н13М3Т	2
ВР-293/1,2	вакуумный ресивер	V=0,63 м ³	D=700 мм	10Х17Н13М3Т	2
Л-294/1,2	ловушка	V=0,4 м ³	D=600 мм	10Х17Н13М3Т	2
ВН-295/1,2	агрегат электронасосный вакуумный	Q=10,5 м ³ /мин	Рв= 0,1 кгс/см ³ , Qводы=2,9 м ³ /час, N=22 кВт. 3000об/мин.	нерж. сталь	2
Р-296	реактор	V=12,0 м ³	D=2700 мм; H=3100 мм; N=11 кВт	12Х18Н10Т	1
РК-297	реактор	V=12,0 м ³	D=2640 мм; H=3300 мм; N=11 кВт	12Х18Н10Т	1
Н-298/1,2	агрегат электронасосный	Q=6 м ³ /час	H=20 м, N=5,5 кВт 1450 об/мин	гуммированный резиной	2
СОРБЦИОННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ РЕНИЯ					
Е-270/1,2	емкость	V=30,0 м ³	D=3400 мм; H=4000 мм;	РР	2
Н-271/1,2	агрегат электронасосный	Q=50,0 м ³ /час	H=32 м, N=15 кВт. 1450 об/мин.	07ХН25МДТЛ	2
Е-300	емкость	V=12,0 м ³	D=2640 мм; H=2700 мм;	РР	1
Е-301	емкость	V=6,0 м ³	D=2140 мм; H=2130 мм;	РР	1
Е-302	емкость	V=6,0 м ³	D=2140 мм; H=2150 мм;	РР	1

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
КС-303/1-3	колонна сорбционная	V=14,0 м ³	V _{сорб} =5 м ³ , D=2120 мм; H=5910 мм;	PP	3
Е-304	емкость	V=20,0 м ³	D=3000 мм; H=3450 мм;	PP	1
Н-305/1,2	агрегат электронасосный	Q=50,0 м ³ /час	H=32 м, N=15 кВт. 1450 об/мин.	07XH25МДТЛ	2
Е-306	емкость	V=12,0 м ³	D=2650 мм; H=2650 мм;	PP	1
Н-307	агрегат электронасосный	Q=12,5 м ³ /час	H=32 м, N=7,5 кВт. 3000 об/мин.	гуммированный резиной	1
Р-310/1,2	реактор	V=20,0 м ³	D=3000 мм; H=4000 мм; N=15 кВт	PP	2
Н-311/1,2	агрегат электронасосный	Q=23,5,0 м ³ /час	H=32 м, N=11 кВт	12X18H9ТЛ	2
СОРБЦИОННОЕ КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ РЕНИЯ И ОТГОНКА АММИАКА					
АТР-312	аппарат термического разложения	V=9,1 м ³	F _{тепл} =20 м ² , D _{куб} =2600 мм; H=5400 мм; N=7,5 кВт	10X17H13M2T	1
Н-313/1,2	агрегат электронасосный	Q=12,5 м ³ /час	H=32 м, N=11 кВт. 3000 об/мин.	12X18H12M3ТЛ	2
Е-319	емкость	V=0,8 м ³	D=1140 мм; H=1350 мм;	PP	1
Н-320	агрегат электронасосный	Q=0,2-0,8 м ³ /час	H=10-30 м пневматические	PVDF, PTFE	1
Е-321	емкость	V=2,7 м ³	D=1640 мм; H=1720 мм;	PP	1
Н-322	агрегат электронасосный	Q=0,05-0,5 м ³ /час	H=10-30 м пневматические.	PVDF, PTFE	1
Е-323	емкость	V=10,0 м ³	D=2340 мм; H=2730 мм;	PP	1
Н-324	агрегат электронасосный	Q=0,05-0,5 м ³ /час	H=10-40 м пневматические.	PVDF, PTFE	1
Е-325	емкость	V=2,7 м ³	D=1640 мм; H=1720 мм;	PP	1

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
Н-326	агрегат электронасосный	Q=0,05-0,5 м ³ /час	Н=10-40 м пневматические.	PVDF, PTFE	1
Е-327	емкость	V=2,7 м ³	D=1640 ММ; Н=1720 ММ;	PP	1
Н-328	агрегат электронасосный	Q=0,2-0,8 м ³ /час	Н=10-40 м пневматические.	PVDF, PTFE	1
Р-329А	реактор	V=2,7 м ³	D=1700 ММ; Н=2100 ММ; N=3 кВт	PP	1
Н-329Б	агрегат электронасосный	Q=5,0 м ³ /час	Н=20 м, N=2,2 кВт. 3000 об/мин.	12X18H9ТЛ	1
Е-330	емкость	V=2,7 м ³	D=1640 ММ; Н=1720 ММ;	PP	1
Н-331	агрегат электронасосный	Q=6,3 м ³ /час	Н=32 м, N=4кВт. 3000 об/мин.	гуммированный резиной	1
Е-332	емкость	V=2,7 м ³	D=1640 ММ; Н=1720 ММ;	PP	1
Н-333	агрегат электронасосный	Q=5,0 м ³ /час	Н=20 м, N=2,2 кВт. 3000 об/мин.	12X18H9ТЛ	1
Р-334	реактор	V=20,0 м ³	D=3000 ММ; Н=4000 ММ; N=15 кВт	PP	1
Н-335/1,2	агрегат электронасосный	Q=25 м ³ /час	Н=23 м, N=5,5 кВт. 1450 об/мин.	12X18H12M3ТЛ	2
Е-336	емкость	V=12,5 м ³	D=2540 ММ; Н=2950 ММ;	PP	1
Н-337	агрегат электронасосный	Q=10 м ³ /час	Н=20 м, N=4 кВт. 3000 об/мин.	12X18H12M3ТЛ	1
КС-338/1,2	колонна сорбционная	V=0,492 м ³	V сорб=0,319 м3, D=640 ММ; H=2740 ММ;	PP	3
КС-338/3	колонна сорбционная	V=0,492 м ³	V сорб=0,319 м3, D=640 ММ; H=2740 ММ;	PP	1
ПОЛУЧЕНИЕ ТОВАРНОГО ПЕРРЕНАТА АММОНИЯ					

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
ВА-338а	аппарат выпарной	V=0,95 м ³	Qуп. влага= 30 л/час, L=1150; B=1150 ММ; H=2190 ММ;	PP	1
КР-339	реактор-кристаллизатор	V=1,58 м ³	Fохл=3,77 м ² ; N=1,5 кВт	PP	1
НФ-340А	нутч-фильтр	F=0,25 м ²	D=630 ММ, H=1200 ММ	PP	1
Н-340Б	агрегат электронасосный	Q=3,15 м ³ /час	H=25 м, N=1,5 кВт. 3000 об/мин.	PP, керамика	1
Р-341	реактор	V=1,0 м ³	D=1250 ММ, H=1850 ММ, Nмеш=1,5 кВт, Nтэнов=2.2кВт.	PP	1
Е-342	емкость	V=2,0 м ³	D=1550 ММ, H=1400 ММ	PP	1
Е-343	ресивер-ловушка	V=0,1 м ³	D=600 ММ, H=950 ММ	PP	1
ТО-344	теплообменник	F=2 м ²		12X18H10T	1
В-345	вентилятор	Q=0,32-0,5 м ³ /с	P=1060-1205 Па, N=1,1 кВт	PP	1
ПФ-346	патронный фильтр	V=0,043 м ³	F=0,43 м ²	PP	1
КР-347	реактор-кристаллизатор	V=1,58 м ³	Fохл=3,77 м ² ; N=1,5 кВт	PP	1
ВР-348	ресивер вакуумный	V= 0,1 м ³	D=500 ММ; H=950 ММ;	PP	1
ВА-349	аппарат выпарной	V=0,95 м ³	Qуп. влага= 30 л/час, L=1150; B=1150 ММ; H=2190 ММ;	PP	1
Н-350	агрегат пневмонасосный	Q=0,157 м ³ /час	H=84 м, P=8,4 бар	PVDF	1
НФ-351А	нутч-фильтр	F=0,25 м ²	D=630 ММ, H=1200 ММ	PP	1
Н-351/Б	агрегат электронасосный	Q=3,0 м ³ /час	H=25 м, N=1,5 кВт. 3000 об/мин.	PP, керамика	1

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
ВН-352	агрегат электронасосный вакуумный	Q=0,75 м ³ /мин	Рабс.= 0,04 МПа N= 7,5 кВт	чугун	1
СОРБЦИЯ СЕРЕБРА. ПОЛУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТА ДЛЯ ЭЛЕКТРОЛИЗА СЕРЕБРА					
Р-353	реактор	V=10 м ³	D=2600 ММ Н=3100 ММ, N=11 кВт	РР	1
Е-354	емкость	V=10,0 м ³	D=2340 ММ Н=2750 ММ	РР	1
Е-355	емкость	V=6,0 м ³	D=2140 ММ Н=2150 ММ	РР	1
КС-356/1-3	колонна сорбционная	V=14,0 м ³	V _{сорб} =5 м ³ , D=2120 мм; H=5910 мм;	РР	3
Е-357	емкость	V= 20,0 м ³	D=3000 мм Н=3450 мм	РР	1
Н-358/1,2	агрегат электронасосный	Q=50,0 м ³ /ч	H=32 м, N=18,5 кВт. 1450 об/мин.	12X18H12M3TL	2
Р-359А	реактор	V=12,0 м ³	D=2700 ММ Н=3100 ММ, N=11 кВт	РР	1
Н-359Б	агрегат электронасосный	Q=23,5 м ³ /час	H=32 м 11 кВт. 3000 об/мин.	12X18H12M3TL	1
Е-360	емкость	V= 20,0 м ³	D=3000 мм Н=3450 мм	РР	1
Н-361	агрегат электронасосный	Q=24 м ³ /ч	H=40 м, N=15 кВт 3000 об/мин.	12X18H12M3TL	1
СОРБЦИЯ ЦИНКА, ПОЛУЧЕНИЕ ЦИНКОВОГО КУПОРОСА					
Е-362	емкость	V=6,0 м ³	D=2140 ММ Н=2150 ММ	РР	1
Н-363	агрегат электронасосный	Q=25 м ³ /ч	H=50 м, N=18,5 кВт. 3000 об/мин.	12X18H12M3TL	1
Е-364	емкость	V=2,7 м ³	D=1640 ММ Н=1720 ММ	РР	1
Н-365	агрегат электронасосный	Q=23,5 м ³ /час	H=32 м, N=11 кВт. 3000 об/мин.	12X18H12M3TL	1

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
Е-366	емкость	$V=12,0 \text{ м}^3$	$D=2670 \text{ мм}$ $H=2750 \text{ мм}$	РР	1
Н-367	агрегат электронасосный	$Q=6 \text{ м}^3/\text{ч}$	$H=25 \text{ м}$, $N=3 \text{ кВт}$. 3000 об/мин.	12Х18Н12МЗТЛ	1
Е-368	емкость	$V=6 \text{ м}^3$	$D=2140 \text{ мм}$ $H=2150 \text{ мм}$	РР	1
Р-369	реактор	$V=4,0 \text{ м}^3$	$D=1740 \text{ мм}$ $H=2800 \text{ мм}$ $N=5,5 \text{ кВт}$	РР	1
Е-370	емкость	$V=2,7 \text{ м}^3$	$D=1640 \text{ мм}$ $H=1720 \text{ мм}$	РР	1
КС-371/1-3	колонна сорбционная	$V=1,42 \text{ м}^3$	$V_{\text{сорб}}=0,723 \text{ м}^3$, $D=1200 \text{ мм}$ $H=3090 \text{ мм}$	РР	3
ВА-372	выпарной аппарат	$V=3,5 \text{ м}^3$	$D=1650 \text{ мм}$ $H=3600 \text{ мм}$	сталь ЭИ-943 (06ХН28МДТ)	1
Р-373	реактор	$V=0,5 \text{ м}^3$	$D=1040 \text{ мм}$ $H=1500 \text{ мм}$, $N=1,1 \text{ кВт}$	сталь ЭИ-943 (06ХН28МДТ)	1
КБР-374	кристаллизатор	$F=1,0 \text{ м}^2$	$D=400 \text{ мм}$ $L=800 \text{ мм}$ $N=0,75 \text{ кВт}$, $n=8-12 \text{ об/мин}$	РР, 12Х18Н10Т	1
Х-375	весы	$Q_{\text{макс}}=2000 \text{ кг}$	750x750, 220 В	окрашенная сталь	1
Е-376	емкость	$V=6,0 \text{ м}^3$	$D=2380 \text{ мм}$ $H=2150 \text{ мм}$	12Х18Н10Т	1
ТО-377	теплообменник	$F=15 \text{ м}^2$		12Х18Н12МЗТЛ	1
Л-378	ресивер ловушка	$V=0,5 \text{ м}^3$	$D=800 \text{ мм}$ $H=1380 \text{ мм}$	РР	1
В-379	вентилятор	$Q=0,32-0,5 \text{ м}^3/\text{с}$	$P=1060-1205 \text{ Па}$, $N=1,1 \text{ кВт}$	РР	1
Н-380	агрегат электронасосный	$Q=12,5 \text{ м}^3/\text{ч}$	$H=32 \text{ м}$, $N=5,5 \text{ кВт}$. 3000 об/мин.	12Х18Н12МЗТЛ	1
Е-381/1,2	емкость	$V=30,0 \text{ м}^3$	$D=3400 \text{ мм}$ $H=4000 \text{ мм}$	РР	2
Н-382/1,2	агрегат электронасосный	$Q=50,0 \text{ м}^3/\text{ч}$	$H=50 \text{ м}$, $N=37 \text{ кВт}$ 1450 об/мин.	12Х18Н12МЗТЛ	2
СОРБЦИОННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ МЕДИ					
Е-420	емкость	$V=12,0 \text{ м}^3$	$D=2670 \text{ мм}$ $H=2750 \text{ мм}$	РР	1

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
ПСП-421/1,2	пачук	V=29,0 м ³	D=2825 ММ Н=8270 ММ, Qвозд=220 м3/час	РР	2
ПСП-421/3	пачук	V=29,0 м ³	D=2825 ММ Н=8270 ММ, Qвозд=220 м3/час	РР	1
ПСП-421/4-7	пачук	V=29,0 м ³	D=2825 ММ Н=8270 ММ, Qвозд=220 м3/час	РР	4
Р-422/1,2	реактор	V=20,0 м ³	D=3000 мм; Н=4000 мм; N=15 кВт	РР	2
Н-423/1,2	агрегат электронасосный	Q=25,0 м ³ /ч	Н=23 м, N=5,5 кВт. 1450 об/мин.	12Х18Н12М3ТЛ	2
Р-424	реактор	V=6,0 м ³	D=2200 ММ; Н=2600 ММ; N=5,5 кВт	РР	1
Н-425/1,2	агрегат электронасосный	Q=50 м ³ /ч	Н=32 м; N=18,5 кВт. 1450 об/мин.	12Х18Н12М3ТЛ	2
ДЕСОРБЦИЯ МЕДИ. ПОЛУЧЕНИЕ МЕДНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА					
Е-418/1,2	емкость	V= 30,0 м ³	D=3400 мм Н=4000 мм	РР	2
Н-419/1,2	агрегат электронасосный	Q=50 м ³ /ч	Н=32 м, N=18,5 кВт 1450 об/мин.	12Х18Н12М3ТЛ	2
Е-426	емкость	V=12,0 м ³	D=2670 мм Н=2750 мм	РР	1
Н-427/1,2	агрегат электронасосный	Q=24 м ³ /ч	Н=40 м, N=15 кВт. 3000 об/мин	12Х18Н12М3ТЛ	2
Е-428	емкость	V= 20,0 м ³	D=3000 ММ Н=3450 ММ	РР	1
Н-429/1,2	агрегат электронасосный	Q=50 м ³ /ч	Н=32 м, N=18,5 кВт. 1450 об/мин.	12Х18Н12М3ТЛ	2
Е-430	емкость	V=12,0 м ³	D=2670 мм Н=2750 мм	РР	1
Н-431/1,2	агрегат электронасосный	Q=50 м ³ /ч	Н=32 м, N=15 кВт. 1450 об/мин.	12Х18Н12М3ТЛ	2
Е-432	емкость	V=12,0 м ³	D=2670 мм Н=2750 мм	РР	1

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
Н-433/1,2	агрегат электронасосный	Q=50 м ³ /ч	Н=32 м, N=15кВт. 1450 об/мин.	12X18Н12М3ТЛ	2
Н-435	агрегат электронасосный	Q=45 м ³	Н=31 м, N=22 кВт	07ХН25МДТЛ	1
Е-436	емкость	V=6,0 м ³	D=2140 ММ Н=2150 ММ	РР	1
Н-436а	агрегат электронасосный	Q=78 м ³ /ч	N=11 кВт	шланг EPDM	1
ЛФ-437	фильтр ленточный	F=3,0 м ²	В ленты=1000 мм, N=5,5 кВт	10X17Н13М2Т	1
ВР-438	ресивер вакуумный	V= 0,63 м ³	D=700 мм	10X17Н13М2Т	1
Л-439	ловушка	V= 0,63 м ³	D=700 мм	10X17Н13М2Т	1
Е-440	емкость	V=12,0 м ³	D=2650 ММ Н=2650 ММ	РР	1
Н-440а	агрегат электронасосный	Q=78 м ³ /ч	N=11 кВт	шланг EPDM	1
Е-441	емкость	V=12,0 м ³	D=2650 ММ Н=2650 ММ	РР	1
Н-441а	агрегат электронасосный	Q=78 м ³ /ч	N=11 кВт	шланг EPDM	1
Е-442	емкость	V=12,0 м ³	D=2670 мм Н=2750 мм	РР	1
Н-442а	агрегат электронасосный	Q=78 м ³ /ч	N=11 кВт	шланг EPDM	1
Е-443	емкость	V=12,0 м ³	D=2670 мм Н=2750 мм	РР	1
Н-443а	агрегат электронасосный	Q=78 м ³ /ч	N=11 кВт	шланг EPDM	1
ЛФ-444	фильтр ленточный	F=3,0 м ²	В ленты=1000 мм, N=5,5 кВт	10X17Н13М2Т	1
ВР-445	ресивер вакуумный	V= 0,63 м ³	D=700 мм	10X17Н13М2Т	1
Л-446	ловушка	V= 0,63 м ³	D=700 мм	10X17Н13М2Т	1

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
ВН-447/1,2,3	агрегат электронасосный вакуумный		N=45 кВт	коррозионностойкая сталь	3
КДС-451	колонна КДС	V=10,0 м ³	D=1810 мм H=5850 мм	PP	1
ПИК-452/1-3	колонна ПИК	V=10,0 м ³	V _{собр} =8 м ³ , D=1810 мм H=6220 мм	PP	3
КДС-453	колонна КДС	V=10,0 м ³	D=1810 мм H=5850 мм	PP	1
ЛФ-464	фильтр ленточный	F=3,0 м ²	В ленты=1000 мм, N=5,5 кВт	10X17H13M2T	1
ВР-466	ресивер вакуумный	V= 0,63 м ³	D=700 мм	10X17H13M2T	1
Л-467	ловушка	V= 0,63 м ³	D=700 мм	10X17H13M2T	1
РС-467а/1,2	ресивер воздушный			углеродистая сталь	2
ПРИГОТОВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ					
Р-400	реактор	V=20,0 м ³	D=2940 мм H=4000 мм N=15 кВт	10X17H13M2T (ЭИ-448)	1
Н-401/1,2	агрегат электронасосный	Q=10 м ³ /ч	H=45 м, N=3 кВт		2
Е-402	емкость	V=12,0 м ³	D=2640 мм H=2650 мм	12X18H10T	1
Н-403/1,2	агрегат электронасосный	Q=24 м ³ /ч	H=40 м, N=15 кВт. 3000 об/мин.	12X18H9ТЛ	2
Е-409	емкость	V=10,0 м ³	D=2340 мм H=2750 мм	12X18H10T	1
Н-410	агрегат электронасосный	Q=24 м ³ /ч	H=40 м, N=15 кВт. 3000 об/мин	12X18H9ТЛ	1
Р-411	реактор	V=12,0 м ³	D=2700 мм H=3100 мм N=11 кВт	PP	1
Н-412	агрегат электронасосный	Q=11,5 м ³ /ч	H=25 м, N=5,5 кВт 3000 об/мин.	12X18H12M3ТЛ	1

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
Е-413	емкость	V=10,0 м ³	D=2350 ММ Н=2800 ММ	сталь углеродистая	1
Н-414/1,2	агрегат электронасосный	Q=11,5 м ³ /ч	Н=25 м, N=5,5 кВт. 3000 об/мин.	12Х18Н12М3ТЛ	2
Р-415	реактор	V=12,0 м ³	D=2700 ММ Н=2750 ММ N=11 кВт	РР	1
Н-416/1,2	агрегат электронасосный	Q=11,5 м ³ /ч	Н=25 м, N=5,5 кВт 3000 об/мин.	12Х18Н12М3ТЛ	2
Е-417	емкость	V=2,7 м ³	D=1660 ММ Н=1600 ММ	12Х18Н10Т	1
Р-455	реактор	V=20,0 м ³	D=2940 мм; Н=4000 мм; N=15 кВт	12Х18Н10Т	1
Н-456/1,2	агрегат электронасосный	Q=25 м ³ /ч	Н=50 м, N=18,5 кВт. 3000 об/мин.	12Х18Н9ТЛ	2
Е-457	емкость	V=20,0 м ³	D=3000 мм; Н=3450 мм;	РР	1
Н-458/1,2	агрегат электронасосный	Q=25 м ³ /ч	Н=50 м, N=18,5 кВт. 3000 об/мин.	12Х18Н9ТЛ	2
Е-459	реактор	V=6 м ³	D=2150 ММ Н=2750 ММ	РР	1
Н-459а	агрегат электронасосный	Q=10 м ³ /ч	Н=20 м, N=4 кВт. 3000 об/мин.	12Х18Н12М3ТЛ	1
Е-460	емкость	V=20,0 м ³	D=3000 мм; Н=3450 мм	РР	1
Н-461/1,2	агрегат электронасосный	Q=25 м ³ /ч	Н=50 м, N=18,5 кВт. 3000 об/мин.	12Х18Н12М3ТЛ	2
ПТ-462	кран подвесной		8.квт		1
УЛАВЛИВАНИЕ АММИАКА, ПРИГОТОВЛЕНИЕ АММИАЧНОЙ ВОДЫ, ОЧИСТКА АММИАЧНЫХ СДУВОК					
АТН-314	абсорбер насадочный	V _{куб. части} =8,36 м ³	F _{зм} =13,0 м2, D=2360 ММ Н=8000 ММ	12Х18Н10Т, РР	1

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
Н-315/1	агрегат электронасосный	Q=25 м ³ /ч	Н=20 м, N=4 кВт. 3000 об/мин.	12Х18Н9ТЛ	2.
ТО-316	теплообменник	F=100 м ²		12Х18Н10Т	1
Р-317	реактор	V=12,0 м ³	D=2640 ММ Н=3000 ММ N=11 кВт	12Х18Н10Т	1
Н-318	агрегат электронасосный	Q=25 м ³ /ч	Н=20 м, N=4 кВт. 3000 об/мин.	12Х18Н9ТЛ	1
Е-406	емкость	V=12,0 м ³	D=2640 мм Н=2650 мм	12Х18Н10Т	1
Н-407	агрегат электронасосный	Q=25 м ³ /ч	Н=20 м, N=4 кВт 1450 об/мин	12Х18Н9ТЛ	1
Н-407а	агрегат электронасосный	Q=100л/мин	Н=16,0 м	нержавеющая сталь 1.4571/316 Ti (S)	1
ОЧИСТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СДУВОК. ПРИЕМ ДРЕНАЖЕЙ.					
Н-251	агрегат электронасосный	Q=45 м ³	Н=31 м, N=22 кВт. 1450 об/мин.	07ХН25МДТЛ	1
Н-309	агрегат электронасосный	Q=45 м ³	Н=31 м, N=22 кВт. 1450 об/мин.	07ХН25МДТЛ	1
СК-404	скруббер	Q=1500 м ³ /ч	V _{куб} =4,57 м ³ D=2000 ММ, Н=4520 ММ	PP	1
Л-404А	ловушка	V=0,5 м ³	D=1100 ММ Н=1300 ММ	PP	1
Н-405/1,2	агрегат электронасосный	Q=25 м ³ /ч	Н=50 м, N=18,5 кВт. 3000 об/мин.	07ХН25МДТЛ	2
В-408/1,2	вентилятор	Q=0,37-1,1 м ³ /с	P=3000-3600 Па, N=5,5 кВт	PP	2
СК-448А	скруббер	Q=3000 м ³ /час	V _{куб} =8,35 м ³ D=2400 ММ, Н=5210 ММ	PP	1
Л-448Б	ловушка	V=0,5 м ³	D=1100 ММ Н=1300 ММ	PP	1
Н-449/1,2	агрегат электронасосный	Q=25 м ³ /ч	Н=50 м, N=18,5 кВт. 3000 об/мин.	12Х18Н12МЗТЛ	2

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
В-450/1,2	вентилятор	Q=0,7-2,2 м ³ /с	P=1950-2250 Па, N=7,5 кВт	PP	2
ВШ-454	вентшахта	Двнутр=300 мм	H=5,0 м	PP	1
СК-468	скруббер	Q=3000 м ³ /час	V _{куб} =8,35 м ³ D=2400 ММ, H=5210 ММ	PP	1
Н-469/1,2	агрегат электронасосный	Q=25 м ³ /ч	H=50 м, N=18,5 кВт. 3000 об/мин.	12X18H12M3TL	2
Л-470	ловушка	V=0,5 м ³	D=1100 ММ H=1300 ММ	PP	1
В-471/1,2	вентилятор	Q=0,7-2,2 м ³ /с	P=1950-2250 Па, N=7,5 кВт	PP	2
ВШ-472	вентшахта	Двнутр=300 мм	H=5,0 м	PP	1
ПОДГОТОВКА ЖЕЛЕЗНОГО СКРАПА					
Е-475/1,2	ванна	V=6,84 м ³	1200x1500x3800	сталь ЭИ-943 (06ХН28МДТ)	2
Р-476/1	реактор	V=6,0 м ³	D=2150 ММ; H=2750 ММ; N=5,5 кВт	PP	1
Р-476/2	реактор	V=6,0 м ³	D=2140 ММ; H=2150 ММ; N= 5.5 кВт	12X18H10T	1
Н-477/1	агрегат электронасосный	Q=11,5 м ³ /ч	H=25 м, N=5,5 кВт. 3000 об/мин.	12X18H12M3TL	1
Н-477/2	агрегат электронасосный	Q=11,5 м ³ /ч	H=25 м, N=5,5 кВт. 3000 об/мин.	12X18H9TL	1
Л-478	ловушка	V=0,4 м ³	D=940 мм H=1150 мм	PP	1
Н-480	агрегат электронасосный	Q=45 м ³	H=31 м, N=22 кВт. 1450 об/мин.	07ХН25МДТЛ	1
Р-481	реактор	V=6,0 м ³	D=2150 мм; H=2700 мм; N=5,5 кВт	PP	1
Н-482	агрегат электронасосный	Q=25,0 м ³ /ч	H=23 м, N=7,5 кВт. 1450 об/мин.	12X18H12M3TL	1
В-483	вентилятор	Q=0,25-0,74 м ³ /с	P=860-1050 Па, N=1,1 кВт	PP	1

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
ПТ-486	тельфер		5,5кВт		1
Е-487	ванна				1
б/п	мойка				1
ПРИЕМ И ВОЗВРАТ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ ВОД И АВАРИЙНЫХ СЛИВОВ					
Е-494	емкость	V=30,0 м ³	D=3400 мм Н=4000 мм	PP	1
Н-495	агрегат электронасосный	Q=23,5 м ³ /ч	Н=32 м, N=11 кВт. 3000 об/мин.	12X18H12M3TL	1
Е-496/1	емкость	V=4,0 м ³	D=1740 мм Н=2320 мм	PP	1
Н-497/1,2	агрегат электронасосный	Q=25 м ³ /ч	Н=32 м, N=7,5 кВт 1450 об/мин.	12X18H9TL	2
Е-496/2	емкость	V=4,0 м ³	D=1740 мм Н=2320 мм	PP	1
Н-497/3,4	агрегат электронасосный	Q=25 м ³ /ч	Н=32 м, N=7,5 кВт	12X18H9TL	2
Е-499	емкость	V=100 м ³	D=6230 мм; Н=6955 мм		1
Н-500/1,2	#ИМЯ?	Q=50,0 м ³ /ч	Н=32 м, N=15 кВт. 1450 об/мин.	12X18H12M3TL	2
Н-299	агрегат электронасосный	Q=45 м ³	Н=31 м, N=22 кВт. 1450 об/мин.	07XH25MДТЛ	1
Н-501-504	агрегат электронасосный	Q=8 м ³	Н=40м 7,5кВт. 3000 об/мин.	07XH25MДТЛ, AISI 904L	4
Н-505-507a	агрегат электронасосный	Q=8 м ³	Н=40м 7,5кВт.3000 об/мин.	07XH25MДТЛ, AISI 904L	4
Н-508-513	агрегат электронасосный	Q=125 м ³	Н=32м. 45кВт. 1450 об/мин.	07XH25MДТЛ	6
Н-514/1,2	агрегат электронасосный	Q=3,15 м ³	Н=25м. 1,5 кВт.3000 об/мин.	12X18H9TL	2
Н-515/1,2	агрегат электронасосный	Q=80м ³	Н=20м. 18,5 кВт..1450 об/мин.	12X18H9TL	2

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
Н-214-1,2	агрегат электронасосный	Q=6,0 м3 /ч	Н=25 м, 2,2 кВт.3000 об/мин.	25Л	2
Н-250	агрегат электронасосный	Q=45 м3	Н=31 м, 22 кВт.1450 об/мин.	07ХН25МДТЛ, AISI 904L	1
ОТДЕЛЕНИЕ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВОГО МОЛОКА					
	мельница шаровая	1.5*3	90 кВт		
	мельница шаровая	1.5*3	132 кВт		
	кран мостовой опорный	Q=16/5, Lпр=10.5 м	передвижение крана 11 кВт, передвижение тележки 11кВт, главный подъем 20 кВт, вспомогательный подъем 8 кВт		
Н-401/3.4	агрегат электронасосный	Q=10 м3 /ч	Н=45 м, N=7,5 кВт		2
	агрегат электронасосный		N=3 кВт Н=14 М		
	вибропитатель	<p>ВИБРОПИТАТЕЛЬ ПЭ 1,8Х6 В КОМПЛЕКТЕ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ БУВ-1Т, ПРУЖИНЫ-ПОДВЕСКИ 4 ШТ, КРУПНОСТЬ ТРАНСПОРТИРУЕМОГО МАТЕРИАЛА НЕ БОЛЕЕ 36 (ПРИ МАКСИМАЛЬНОМ РАЗМЕРЕ КУСКА В ОДНОМ НАПРАВЛЕНИИ, НЕ ПРЕВЫШАЮЩЕМ КРУПНОСТЬ НА 25%), НАИБОЛЬШАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ПИТАТЕЛЯ М3/Ч ПРИ НАКЛОНЕ ЛОТКА 4 ГР 6, НАИБОЛЬШАЯ АМПЛИТУДА КОЛЕБАНИЙ ЛОТКА 0,65ММ, НАПРЯЖЕНИЕ НА ОБМОТКЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТА В ПРЕДЕЛАХ 0-250В, ТОК НА ОБМОТКАХ ЭЛЕКТРОМАГНИТА НЕ БОЛЕЕ 1,5А, ЗАЗОР МЕЖДУ ЯКОРЕМ И СЕРДЕЧНИКОМ 4,2ММ +0,2ММ</p>			
	грейфер моторный	ДВУХЧЕЛЮСТНОЙ ГРЕЙФЕР МОТОРНЫЙ 2,			

Позиция РРМ	Характеристики				количество
	наименование	объем или производительность	габариты/напор/мощность	материал	
		ГРУЗОПОДЪЕМНОСТЬ КРАНА 5Т, МАССА ГРЕЙФЕРА 2,3Т, МАССА ЗАЧЕРПЫВАЕМОГО ГРУЗА 2,1Т, ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ВМЕСТИМОСТЬ 1,0 МЗ, НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ГРУЗА НЕ БОЛЕЕ 2,1 Т/МЗ, ГРУППА ГРУЗА ПО ГОСТ 24599-87 Т1, ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ КРАНОВЫЙ 7,5 КВТ, ОТКЛОНЕНИЕ РАЗМЕРОВ 5%			
	агрегат электронасосный	Q=8 мЗ	H=40м 7,5кВт.	07ХН25МДТЛ, AISI 904L	1

8 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ

Гидрометаллургические процессы оснащаются приборами контроля:

- термопарами и термометрами для измерения температуры растворов и пульп;
- манометрами для измерения давления в трубопроводах,
- расходомерами для измерения расхода растворов и пульп,
- весоизмерителями для непрерывного измерения расхода сыпучих материалов;
- пьезометрическими приборами для измерения уровня жидкости в реакторах и баковой аппаратуре, емкостях и колоннах;
- плотномерами для измерения плотности технологических растворов;
- приборами контроля освещенности растворов;
- приборами контроля содержания газов в воздухе рабочей зоны.

Проектируемая система автоматического контроля и регулирования технологического процесса должна быть компьютеризирована и совмещена с управляющими системами, которые должны оперативно реагировать на изменение параметров процессов и удерживать их в заданных режимах.

9 АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ НА ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ УСТАНОВКЕ

Аналитический контроль – неотъемлемая часть любого технологического и исследовательского процесса. От его параметров: точности, экспрессности, цены – зависят качество, себестоимость и конкурентоспособность готовой продукции или разработанной технологии.

На производстве существует разделение на цеховой контроль, максимально приближенный к технологическим переделам, и контроль, осуществляемый под эгидой отдела технического контроля в центральной заводской лаборатории: задачи и методики выполнения измерений (МВИ) на этих участках несколько различаются.

Значения показателей качества медного концентрата и продуктов его переработки определяют в соответствии со стандартами:

ГОСТ 13170-80 Руды и концентраты цветных металлов. Метод определения влаги.

ГОСТ 14180-80. Руды и концентраты цветных металлов. Методы отбора и подготовки проб для химического анализа и определения влаги.

ГОСТ 15934.1-91 Концентраты медные. Методы определения меди.

ГОСТ 15934.2-80 Концентраты медные. Методы определения свинца, цинка и кадмия.

ГОСТ 15934.-80 Концентраты медные. Метод определения молибдена.

ГОСТ 15934.8-80 Концентраты медные. Методы определения серы.

ГОСТ 15934.9-80 Концентраты медные. Метод определения мышьяка.

ГОСТ 15934.10-62 Концентраты медные. Методы определения золота и серебра. ГОСТ 24598-81 Руды и концентраты цветных металлов. Ситовый и седиментационный методы определения гранулометрического состава.

ГОСТ 26100—84 Концентраты медные. Атомно-абсорбционный метод определения свинца, цинка, кадмия

При выполнении анализов следует руководствоваться документом ГОСТ Р 53198-2008, «Руды и концентраты цветных металлов. Общие требования к методам анализа». Допускается использовать иные аттестованные методы анализа.

Входной контроль сырья, ведение технологического процесса и проверка качества готовой продукции выполняется методами: 1) оптической эмиссионной спектроскопии индуктивно-связанной плазмой, 2) атомной абсорбции, 3) потенциометрии, 4) методами «мокрой» химии (титриметрии, фотоколориметрии и др.). Выбор того или иного метода зависит от содержания определяемого элемента и типа матрицы продукта. Все металлы и полуметаллы обычно определяют методами 1) и/или 2).

Таблица 9.1 - Карта опробования и аналитического контроля

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты	Примечание
1	Сгущение пульпы (ФСО)	Сгущенная пульпа черного медного концентрата перед механоактивацией, $\rho=1,46 \text{ т/м}^3$	Трубопровод перед Р-110	Усредненная среднесуточная	Дисковый (отсечной) пробоотборник	Твердая фаза Cu, Fe, Zn, Au, Ag, Re, S, As, $\text{Cl}^- \text{CO}_3^{2-}$, гранстоав	Данные используются при составлении баланса металлов
2	Декарбонизация черного концентрата	Отходящие газы	Газовод от Р-200/1,2	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через пробоотборник на газоведе с помощью газовой пипетки и ручного вакуумного насоса	NO_x , CO_2 , O_2	
3	Абсорбция NO_x декарбонизированной пульпой, I ступень	Нитрозные газы NO_x после охлаждения на улавливание	Газовод перед АБ-215 после организованного подсоса воздуха	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через пробоотборник на газоведе с помощью газовой пипетки и ручного вакуумного насоса	NO_x , O_2	
4		Нитрозные газы NO_x после первой ступени улавливания	Газовод перед АПС-221/1 после организованного подсоса воздуха	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через пробоотборник на газоведе с помощью газовой пипетки и ручного вакуумного насоса	NO_x , O_2	
5		Оборотный раствор	Трубопровод между Е-	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	Жидкая фаза H^+ ,	

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты	Примечание
		после улавливания окислов	219 и Е-207			NO_3^-	
6		Нитрозные газы NO_x после второй степени улавливания	Газовод перед АБК-226	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через пробоотборник на газоведе с помощью газовой пипетки и ручного вакуумного насоса	NO_x, O_2	
7		Нитрозные газы NO_x после третьей степени улавливания	Газовод перед ПТС-233/1	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через пробоотборник на газоведе с помощью газовой пипетки и ручного вакуумного насоса	NO_x, O_2	
8	Абсорбция NO_x серной кислотой, III степень	Раствор нитрозилсерной кислоты на декарбонизацию и выщелачивание, $\rho=1,8 \text{ г/см}^3$	Трубопровод между Е-227 и Е-203	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	NOHSO_4	
9	Абсорбция NO_x содовым раствором, IV степень	Отходящая ГВС	Газовод после Л-237	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через пробоотборник на газоведе с помощью газовой пипетки и ручного вакуумного насоса	NO_x, O_2	

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты	Примечание
10	Выщелачивание ЧМК	Нитрозные газы NO _x на охлаждение и конденсацию	Газовод перед ГО-209	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через пробоотборник на газоведе с помощью газовой пипетки и ручного вакуумного насоса	NO _x , O ₂	
11	Осаждение, фильтрация, промывка железокальцевого кека	Вскрытая охлажденная пульпа черного медного концентрата, ρ=1,3 г/см ³	Трубопровод между Р-205/1,2 и Р-246	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	Пульпа Eh, T/ Твердая фаза Cu, Fe, Zn, Au, Ag, Re, S, As, Cl ⁻ CO ₃ ²⁻ / Жидкая фаза Cu, Fe, Zn, Au, Ag, Re, As, SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , H ⁺	
12		Распульпованный Fe-Са кек на растворение либо утилизацию, ρ=2,4 г/см ³	Трубопровод между Р-255/1,2 и Р-259	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	Твердая фаза Cu, Fe, Zn, Au, Ag, Re, S, As, Cl ⁻	
13		Фильтрат и промывная	Трубопровод между Е-	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	Жидкая фаза Cu,	

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты	Примечание
		вода после фильтрации и промывки Fe-Са кека, $\rho=1,1 \text{ г/см}^3$	257/1,2 и E-270/1,2			Fe, Zn, Au, Ag, Re, As, SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , H^+	
14	Приготовление известнякового молока	Известняковое молоко (110 г/л по СаО), $\rho=1,12 \text{ г/см}^3$	P-400	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного пробоотборника	СаО	
15	Фильтрация железо-кальциевой пульпы, получение раствора железа III	Раствор железа III на восстановление, $\rho=1,3 \text{ г/см}^3$	Трубопровод между E-268 и P-273/1,2	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	Жидкая фаза pH, Fe (II), Fe(III), SO_4^{2-}	
16	Распульповка отвального кека	Пульпа отвального кека на утилизацию, $\rho=1,03 \text{ г/см}^3$	Трубопровод между P-244 и хвостохранищем	Усредненная среднесуточная	Дисковый (отсечной) пробоотборник	Пульпа pH/ Твердая фаза Cu, Fe, Zn, Au, Ag, Re, S, As, Cl^- / Жидкая фаза Cu, Fe, Zn, Au, Ag, Re, As,	Данные используются при составлении баланса металлов

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты	Примечание
						SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , H ⁺	
17	Восстановление железа III, контрольная фильтрация	Раствор железного купороса на упаривание, ρ=1,21 г/см ³	P-273/1,2	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного пробоотборника	Жидкая фаза, FeSO ₄	
18	Приготовление промывного раствора 1 для подготовки железного скрапа	Свежий промывной раствор 1, ρ=1,01 г/см ³	P-476/2	При каждом приготовлении раствора	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного пробоотборника	Na ₂ CO ₃ , Na ₃ PO ₄	
19	Упаривание и кристаллизация железного купороса	Кристаллы железного купороса, ρ=1,9 г/см ³	Узел затарки железного купороса X-216	При формировании товарной партии	Ручной пробоотбор с помощью совка	FeSO ₄ , Свободная H ₂ SO ₄ , нерастворимые в воде вещества (ГОСТ 6981-94)	Данные используются при составлении баланса металлов
20	Сорбция рения, промывка сорбента после сорбции,	Маточник и промывная вода после сорбции рения на сорбцию	E-304	По окончании и цикла сорбции рения. Определя	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного пробоотборника	Cu, Fe, Zn, Au, Ag, Re, As, SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , NO ₃ ⁻ , H ⁺	

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты	Примечание
	взрыхление	серебра, $\rho=1,13 \text{ г/см}^3$		ется при проведении ПНР			
2 1	Отгонка аммиака из первичного десорбатора, подкисление десорбатора после отгонки	Усредненный десорбация и промывная вода после десорбции, $\rho=0,98 \text{ г/см}^3$	P-310/1,2	По окончании цикла десорбции	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного пробоотборника	Re, NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , NH_3	
2 2		Подкисленный десорбация на сорбционном концентрирование, $\rho=1,1 \text{ г/см}^3$	E-323	При проведении операции приготовления порции раствора. Определяется при проведении ПНР	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного пробоотборника	Re, H^+	
2 3	Упаривание десорбатора после концентрирования рения, кристаллизация черного перената	Усредненный десорбация и промывная вода после десорбции (концентрационный)	E-332	По окончании цикла десорбции	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного пробоотборника	Re, NH_3 , NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}	

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты	Примечание
	аммония	передел), $\rho=0,98 \text{ г/см}^3$					
24	Улавливание аммиака, приготовление десорбирующего 7% раствора аммиачной воды	Десорбирующий раствор 7% аммиака, $\rho=0,97 \text{ г/см}^3$	P-317	При каждом приготовлении раствора	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного пробоотборника	NH_3	
25		Оборотный маточный раствор после упаривания и кристаллизации чернового перрената, $\rho=1,2 \text{ г/см}^3$	Трубопровод между фильтром НФ-351а и кристаллизатором КР-347А	По окончании и цикла кристаллизации. Определяется при проведении ПНР.	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	Re	
26		Влажные кристаллы товарного перрената, $\rho=1,20 \text{ г/см}^3$	НФ-351а	При формировании товарной партии	Ручной пробоотбор с помощью совка	Re, Al, Fe, K, Ca, Si, Mg, Mn, Cu, Mo, Na, Ni, S, P, As, Bi, Cr, Zn, Pb, Cd, Co, Sn, Ti, Sb (ГОСТ	Данные используются при составлении баланса металлов

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты	Примечание
						31411-2009)	
27	Сорбция серебра, промывка сорбента после сорбции, взрыхление	Усредненный маточник сорбции на сорбцию серебра, $\rho=1,13 \text{ г/см}^3$	Трубопровод между Е-304 и Н-305/1	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	Cu, Zn, Fe, Ag, Au, Re, As, NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}	
28	Десорбция серебра, промывка сорбента после десорбции, взрыхление	Десорбат Ag и промывная вода после десорбции на электролиз, $\rho=1,04 \text{ г/см}^3$	Е-360	По окончании и цикла десорбции	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного пробоотборника	Ag, Au, Cu, Zn, Fe	
29	Сорбция меди, промывка сорбента после сорбции	Усредненный маточник и промывная вода после сорбции серебра на сорбцию меди, $\rho=1,1 \text{ г/см}^3$	Трубопровод между Е-357 и Н-358/1,2	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	Cu, Zn, Fe, Ag, Au, Re, As, NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}	
30		Маточник после сорбции	Трубопровод между Р-424 и Н-	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	Cu, Zn, Fe, Ag, Au, Re,	

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты	Примечание
		меди на сорбцию цинка, $\rho=1,1$ г/см ³	425/1,2			As, NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻	
31		Промытый насыщенный Cu сорбент на десорбцию, $\rho=1,14$ г/см ³	Трубопровод между КДС-451 и ЛФ-464	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	Сорбент Cu	
32	Десорбция меди, промывка сорбента после десорбции	Обедненный медный электролит с электролиза (десорбирующий раствор), $\rho=1,20$ г/см ³	Трубопровод на линии подачи десорбирующего раствора перед ПИК-452/3	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	Cu, H ⁺	Данные используются при составлении баланса металлов
33		Обогащенный электролит после десорбции меди (десорбат), $\rho=1,21$ г/см ³	E-428	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного пробоотборника	Cu, Fe, Zn, Ag, Au, Re, Zn, H ⁺	Данные используются при составлении баланса металлов
34		Сорбент Lewatit TP	Трубопровод отвода	1 раз в смену	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	Сорбент, Cu, Fe,	

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты	Примечание
		209 XL после регенерации, $\rho=1,1 \text{ г/см}^3$	смолы из КДС-453 в ПСП-421/7			Zn, Ag, Au, Re	
35	Упаривание раствора цинкового купороса, кристаллизация товарного купороса	Усредненный десорбат Zn и промывная вода после десорбции на упаривание, $\rho=1,07 \text{ г/см}^3$	Трубопровод между Е-366 и Н-367	По окончании цикла регенерации сорбента. Определяется при проведении ПНР	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	Zn, H ⁺ , SO ₄ ²⁻	
36		Кристаллы цинкового купороса, $\rho=1,97 \text{ г/см}^3$	Участок затарки цинкового купороса Х-375	При формировании товарной партии	Ручной пробоотбор с помощью совка	Zn, Cl ⁻ , F ⁻ , Pb, Cd, Cu, Ni, Fe, Mn (ГОСТ 8723-82)	Данные используются при составлении баланса металлов
37	Приготовление раствора хлорида натрия на выщелачивание	Раствор хлорида натрия (300 г/л), $\rho=1,2 \text{ г/см}^3$	Е-459/1,2	При каждом приготовлении раствора	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного пробоотборника	Cl ⁻	
3	Приготовлен	15% H ₂ SO ₄	Р-415	При	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью	H ⁺	

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты	Примечание
8	ие десорбирующего цинк раствора	, $\rho=1,12$ г/см ³		каждом приготовлении раствора	погружного пробоотборника		
39	Приготовлен ие десорбирующего раствора	Десорбирующий раствор тиомочевины, $\rho=1,05$ г/см ³	P-411	При каждом приготовлении раствора	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного пробоотборника	CH ₄ N ₂ S	
40	тиомочевины, 15% раствора на конверсию сорбента после концентрирования рения, промывного раствора железного скрапа 2	Промывной раствор железного скрапа 2, $\rho=1,005$ г/см ³	P-476/1	При каждом приготовлении раствора	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного пробоотборника	H ⁺	
41	Приготовлен ие раствора поглощения для санитарной абсорбции NO _x , раствора для очистки	Раствор кальцинированной соды для санитарной абсорбции NO _x (15%, ~170 г/л), $\rho=1,15$ г/см ³	P-455	При каждом приготовлении раствора	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного пробоотборника	CO ₃ ²⁻ , OH ⁻	

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты	Примечание
42	кислых сдувок	Раствор кальцинированной соды для санитарной абсорбции NO _x (5%, ~55 г/л), ρ=1,05 г/см ³	P-455	При каждом приготовлении раствора	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного пробоотборника	CO ₃ ²⁻ , OH ⁻	

Таблица 9.2 - Дополнительная карта опробования и аналитического контроля технологического процесса

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты
1	Сгущение пульпы	Сгущенная пульпа черного медного концентрата после механоактивации, ρ=1,46 т/м ³	P-115/1,2 или трубопровод перед P-200/1,2	По мере необходимости	Ручной пробоотбор через смотровой люк, с помощью погружного пробоотборника	грансостав
2	Абсорбция NO _x обратным раствором, II ступень	Оборотный раствор, подаваемый на улавливание	Трубопровод от СК-448а после Н-449/1,2	По мере необходимости	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	Жидкая фаза H ⁺ , NO ₃ ⁻

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты
3	Абсорбция NO _x содовым раствором, IV ступень	Раствор ННЦ после санитарной абсорбции	Трубопровод между Е-235 и Р-213	По мере необходимости	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , CO ₃ ²⁻ , OH ⁻
4	Выщелачивание ЧМК	Конденсат азотной кислоты из ТО-209	Трубопровод слива конденсата между ТО-209 и Р-204/1	По мере необходимости	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	H ⁺ , NO ₃ ⁻
5		Конденсат азотной кислоты из ТО-212	Трубопровод слива конденсата между ТО-212 и Р-204/1	По мере необходимости	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	H ⁺ , NO ₃ ⁻
6	Подготовка железного скрапа	Рабочий промывной раствор 1, ρ=1,01 г/см ³	Е-475/2	Определяется при проведении ПНР	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного пробоотборника	CO ₃ ²⁻
7		Рабочий промывной раствор 2, ρ=1,005 г/см ³	Е-475/1	Определяется при проведении ПНР	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного пробоотборника	H ⁺
8	Упаривание и кристаллизация железного купороса	Упариваемый раствор железа	Трубопровод между Р-296 и Р-297	Определяется при проведении ПНР	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	FeSO ₄
9		Маточник	Е-288	Определяется	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного	FeSO ₄

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты
		кристаллизации железного купороса в оборот, $\rho=1,2 \text{ г/см}^3$		я при проведении ПНР	пробоотборника	
10	Сорбция рения, промывка сорбента после сорбции, взрыхление	Насыщенный Re промытый сорбент на десорбцию, $\rho=1,22 \text{ г/см}^3$	КС-303/1,2,3 точка пробоотбора будет определяться после составления монтажной схемы	По окончании цикла сорбции рения. Определяется при проведении ПНР	Ручной пробоотбор, метод пробоотбора будет уточнен при проведении ПНР	Сорбент Re, NO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} , As
11	Десорбция рения, промывка сорбента после десорбции, взрыхление	Сорбент Lewatit K 3375 после регенерации, $\rho=1,22 \text{ г/см}^3$	КС-303/1,2,3 точка пробоотбора будет определяться после составления монтажной схемы	По окончании цикла регенерации сорбента. Определяется при проведении ПНР	Ручной пробоотбор, метод пробоотбора будет уточнен при проведении ПНР	Сорбент SO_4^{2-} , Re, NO_3^- , Cl^- , As
12	Отгонка аммиака из	Десорбация рения при	Кубовая часть	Определяется при	Ручной пробоотбор, метод пробоотбора будет уточнен при проведении ПНР	NH_3

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты
	первичного десорбирования, подкисление десорбата после отгонки	отгонке аммиака	АТР-312	проведении ПНР		
13	Сорбционное концентрирование рения, промывка сорбента после сорбции, взрыхление	Промытый насыщенный сорбент Lewatit K 3375 на десорбцию, $\rho=1,24 \text{ г/см}^3$	КС-338/1-3 точка пробоотбора будет определяться после составления монтажной схемы	По окончании цикла сорбционного концентрирования. Определяется при проведении ПНР	Ручной пробоотбор, метод пробоотбора будет уточнен при проведении ПНР	Сорбент Re
14		Маточник сорбции и промывная вода после сорбционного концентрирования рения на распульговку отвального кека, $\rho=1,1$	Трубопровод вывода растворов из сорбционных колонн КС-338/1-3	По окончании цикла сорбции рения. Определяется при проведении ПНР		Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты
		г/см ³				
15	Конверсия сорбента в SO4-форму, промывка конвертированного сорбента, взрыхление	Сорбент Lewatit K 3375 после регенерации, ρ=1,22 г/см ³	КС-338/1-3 точка пробоотбора будет определяться после составления монтажной схемы	По окончании цикла регенерации сорбента. Определяется при проведении ПНР	Ручной пробоотбор, метод пробоотбора будет уточнен при проведении ПНР	Сорбент SO ₄ ²⁻ , Re, NO ₃ ⁻ , Cl ⁻
16	Упаривание десорбата после	Насыщенный раствор черного перрената аммония	ВА-338А	По окончании цикла упаривания. Определяется при проведении ПНР.	Ручной пробоотбор, метод пробоотбора будет уточнен при проведении ПНР	Re
17	концентрирования рения, кристаллизация черного перрената аммония	Оборотный маточный раствор после упаривания и кристаллизации черного перрената, ρ=1,2 г/см ³	Трубопровод между фильтром НФ-340а и выпарным аппаратом ВА-338А	По окончании цикла кристаллизации. Определяется при проведении ПНР.	Ручной пробоотбор через предусмотренный на линии пробоотборный отвод DN50 с шаровым краном	Re

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты
18	Упаривание раствора после растворения черного перрената, кристаллизация товарного перрената аммония	Раствор перрената на упаривание и кристаллизацию товарного продукта $\rho=1,05 \text{ г/см}^3$	P-341	При каждом приготовлении раствора	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного пробоотборника	Re
19		Насыщенный раствор товарного перрената аммония	ВА-349	По окончании цикла упаривания. Определяется при проведении ПНР.	Ручной пробоотбор, метод пробоотбора будет уточнен при проведении ПНР	Re
20	Сорбция серебра, промывка сорбента после сорбции, взрыхление	Промытый насыщенный Ag сорбент на десорбцию, $\rho=1,14 \text{ г/см}^3$	Сорбционные колонны КС-356/1-3 точка пробоотбора будет определяться после составления монтажной схемы	По окончании цикла сорбции серебра. Определяется при проведении ПНР	Ручной пробоотбор, метод пробоотбора будет уточнен при проведении ПНР	Сорбент Ag

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты
2 1	Десорбция серебра, промывка сорбента после десорбции, взрыхление	Сорбент Lewatit TP 214 после регенерации, $\rho=1,12 \text{ г/см}^3$	Сорбционные колонны 356/1-3 точка пробоотбора будет определяться после составления монтажной схемы	По окончании цикла регенерации сорбента. Определяется при проведении ПНР	Ручной пробоотбор, метод пробоотбора будет уточнен при проведении ПНР	Сорбент Ag, Au, Cu, Zn, Fe
2 2	Сорбция цинка, промывка сорбента после сорбции, взрыхление	Промытый насыщенный Zn сорбент на десорбцию, $\rho=1,16 \text{ г/см}^3$	Сорбционные колонны КС-371/1-3 точка пробоотбора будет определяться после составления монтажной схемы	По окончании цикла сорбции цинка. Определяется при проведении ПНР	Ручной пробоотбор, метод пробоотбора будет уточнен при проведении ПНР	Zn
2 3		Маточник и промывная вода после сорбции	Е-362	По окончании цикла сорбции	Ручной пробоотбор через смотровой люк с помощью погружного пробоотборника	Cu, Fe, Zn, Ag, Au, Re, Zn, H ⁺

№ п/п	Технологическая операция	Наименование продукта	Место отбора проб	Периодичность отбора пробы	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты
		цинка в технологию, $\rho=1,1 \text{ г/см}^3$		цинка. Определяется при проведении ПНР		
2 4	Десорбция цинка, промывка сорбента после десорбции, взрыхление	Сорбент Lewatit WROC 1026 после регенерации, $\rho=1,13 \text{ г/см}^3$	Сорбционные колонны КС-371/1-3 точка пробоотбора будет определяться после составления монтажной схемы	По окончании цикла регенерации сорбента. Определяется при проведении ПНР	Ручной пробоотбор, метод пробоотбора будет уточнен при проведении ПНР	Сорбент, Cu, Fe, Zn, Ag, Au, Re
2 5	Упаривание раствора цинкового купороса, кристаллизация товарного купороса	Насыщенный раствор цинкового купороса	Выпарной аппарат ВА-372	По окончании цикла упаривания. Определяется при проведении ПНР.	Ручной пробоотбор, метод пробоотбора будет уточнен при проведении ПНР	Zn, H ⁺ , SO ₄ ²⁻

Таблица 9.3. Входной контроль реагентов и материалов

№ п/п	Наименование	Место пробоотбора	Периодичность	Метод пробоотбора	Определяемые компоненты
1	Сода кальцинированная техническая, ГОСТ 5100-85, марка А, 1 сорт, 99%, $\rho_{\text{нас}}=0,9$ г/см ³	Склады реагентов	При поступлении новой партии реагента	Ручной пробоотбор	Входной контроль качества реагентов и материалов в соответствии с ГОСТами или ТУ
2	Тиомочевина, ГОСТ 6344-73, марка "ч", 97,5% $\rho_{\text{нас}}=1,4$ г/см ³				
3	Кислота серная контактная техническая, 1 сорт, 92,7%, ГОСТ 2184-2013, $\rho=1,835$ г/см ³				
4	Кислота азотная неконцентрированная, высший сорт, 57%, ГОСТ Р 53789-2010, $\rho=1,4$ г/см ³				
5	Натрий хлористый технический (соль каменная), 1 сорт, 95,0%, ТУ 2152-097-00209527-2004, $\rho_{\text{нас}}=2,1$ г/см ³				
6	Сорбент Lewatit fragmitex WBR				
7	Сорбент Lewatit TP 209 XL				
8	Сорбент Lewatit TP 214				
9	Аммиак водный технический, 25%, ГОСТ 9-92, марка А, $\rho=0,91$ г/см ³				
10	Сорбент Lewatit TP-260				
11	Кислота серная "чда", 94%, ГОСТ 4204-77, $\rho=1,83$ г/см ³				
12	Тринатрийфосфат технический, 1 сорт, 43%, ГОСТ 201-76, $\rho_{\text{нас}}=1,6$ г/см ³				
13	Железный скрап, 98%, $\rho=2,2$ г/см ³				
14	Известняк кусковой, ГОСТ 23671-79, марка ИК-54-0,1, 54%, $\rho_{\text{нас}}=2,1$ г/см ³				

15	Кобальт серноокислый ГОСТ 4462-78				
----	---	--	--	--	--

Параметры и методы количественного химического анализа медной сульфидной руды, чернового концентрата представлены в таблице 9.4

Таблица 9.4 – Параметры и методы количественного химического контроля

Определяемый параметр	Методика выполнения измерений	Примечание
Cu	1) и/или 2)	
Pb	1) и/или 2)	
Re	1) и/или 2)	
Cd	1) и/или 2)	
Ca	1) и/или 2)	
Ti	1) и/или 2)	
Cr	1) и/или 2)	
Ba	1) и/или 2)	
K	1) и/или 2)	
Fe	1) и/или 2)	
Ag	1) и/или 2)	
Al	1) и/или 2)	
Sr	1) и/или 2)	
Mn	1) и/или 2)	
Co	1) и/или 2)	
Zn	1) и/или 2)	
Na	1) и/или 2)	
As	1) и/или 2)	С гидридной приставкой
S	1)	Титрование SO ₂ после сжигания серы
Si	1)	Большие содержания Si также определяют весовым методом, малые – фотоколориметрией
Cl	3)	Ионометрия с Cl ⁻ селективным электродом
pH раствора	Потенциометрия	
H ₂ SO ₄	4)	Титриметрия
Влага	Гравиметрия	

В медном концентрате и других полупродуктах массовые доли Au, Pt и редких металлов определяются по согласованию сторон.

Качество готовой продукции проверяется в соответствии с нормативными документами, представленными в таблице № 9.2

Таблица 9.2 - Нормативные документы для определения качества готовой продукции

Продукт	Документ
Катодная медь, М0к	ГОСТ 859-2001
Серебро в гранулах и слитках, 99,99%	ГОСТ 6836-2002
Перренат аммония AP-00, AP-0,	ТУ 48-7-1-90
Железный купорос технический – 1 сорт	ГОСТ 6981-94

10 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА, ИХ ПЕРЕРАБОТКА И УТИЛИЗАЦИЯ

При проектировании и промышленной эксплуатации обогатительной фабрики и гидрометаллургических цехов необходимо соблюдение следующих норм и требований по охране окружающей среды:

- рекомендации по основным вопросам воздушно-охранной деятельности;
- санитарные правила и нормы охраны вод от загрязнения;
- общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

При переработке черного медного концентрата выделяются следующие газообразные продукты:

- пары воды;
- нитрозные газы;
- пары кислот и аммиака.

Образующиеся газы поступают в систему мокрой газоочистки (скруббер или барботер), где нитрозные газы, пары кислот и аммиака улавливаются. Содержание остаточных вредных веществ, сбрасываемых в атмосферу, не превышает ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны согласно Гигиеническим нормативам «Предельно-допустимые концентрации и ориентировочные безопасные уровни вредных веществ в воздухе рабочей зоны», утвержденных приказом министра здравоохранения РК от 3 декабря 2004 года №841 «Об утверждении гигиенических нормативов».

10.1 Характеристика отходов азотнокислого выщелачивания

В процесс азотнокислого выщелачивания все реагенты подаются в виде растворов пульпы, что исключает пылевыведение. На участке азотнокислого выщелачивания необходимо предусмотреть естественную вытяжку парогазовой смеси от каждого реактора и систему утилизации нитрозных газов. Выбросы от реакторов содержат: нитрозные газы, пары воды, сульфата меди и сульфата железа.

При выщелачивании образуется отвальный кек, в котором основными составляющими соединениями являются диоксид кремния, оксид алюминия и сульфат кальция. Химический состав кека выщелачивания представлен в таблице:

Таблица 10.1 - Химический состав кека азотнокислого выщелачивания

Компонент	Содержание, %	Компонент	Содержание, %
Cu	0,12	Fe	0,97
Pb	0,65	Ag, г/т	2,05
Re, г/т	0,10	Al ₂ O ₃	6,5
SiO ₂	64,5	CaSO ₄	13,5
S	0,6	Zn, г/т	0,002

Отвальный направляется на хвостохранилище

10.2 Характеристика отходов сорбционного выделения рения, меди и серебра

Выделение рения, меди, серебра и цинка происходит методом сорбции из растворов. При дальнейшей переработке насыщенных сорбентов образуется аммиачный десорбат. Растворенный в десорбатах аммиак подвергается рециклу путем его отгонки и улавливания. Пары аммиака, образующиеся при десорбции металлов с ионообменной смолы и при отгонке аммиака из десорбата, пропускаются через водные барботеры. Полученный раствор аммиака возвращается на стадию десорбции в виде 7% аммиачной воды.

В сорбционном отделении необходимо предусмотреть приточно-вытяжную вентиляционную систему. Выбросы содержат пары воды и аммиака.

10.3 Характеристика отходов электролитического осаждения меди

При электролизе отходы производства не образуются. Обезмеженный электролит насыщается гидроксидом меди и возвращается на электролиз. Обратный электролит после критического накопления примесей разбавляется водой до необходимой кислотности и направляется в сорбционное отделение на коллективную сорбцию меди и серебра на катионообменных смолах.

В отделении электролиза необходимо предусмотреть приточно-вытяжную вентиляционную систему. Аэрозольные выбросы содержат газообразный кислород, сульфат меди и пары серной кислоты.

10.4 Характеристика отходов цеха очистки сбросных растворов

Очистку сбросных растворов от железа проводят с использованием слабоосновного анионита. Промывную воду со стадии регенерации слабоосновного анионита используют при распульповке кека выщелачивания (перед сбросом кека в хвостохранилище). Рафинат со стадии сорбции цинка используют при распульповке кека выщелачивания (перед сбросом кека в хвостохранилище). Конденсат после упаривания растворов железного и цинкового купороса используется в качестве оборотной воды. Маточные растворы после кристаллизации возвращаются на упаривание. Дополнительных отходов в процессе очистки сбросных растворов не образуется.

В отделении упаривания и кристаллизации железного и цинкового купороса необходимо предусмотреть приточно-вытяжную вентиляционную систему. Выбросы содержат пары воды и соответствующих сульфатов. Рекомендации по безопасной эксплуатации и охране труда. При проектировании производственных участков рекомендуется руководствоваться "Общими требованиями промышленной безопасности» (утверждены приказом Министра по чрезвычайным ситуациям №219 от 29 декабря 2008 г.) 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.

Требования к технологическому процессу и технологическому оборудованию принимаются в соответствии с «Санитарными правилами по организации технологических процессов и санитарно-гигиеническими требованиями к проектируемому оборудованию» № 554-65.

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».

Помещения отделения выщелачивания относятся к категории «Д» по пожарной безопасности. Для обеспечения безопасности труда предусматривается соблюдение следующих требований:

-все трубопроводы и сооружения должны быть окрашены в соответствии со стандартом в зависимости от протекающего по ним раствора;

-рабочие площадки и проходы изготавливаются из стальной решетки для облегчения удаления в вентиляцию паров кислоты и предотвращения накопления пыли.

Пролитые жидкости должны засыпаться песком, нейтрализоваться известковым молочком и смываться в аварийный зумпф. При работе на электролизном участке нужно соблюдать меры электробезопасности и правила техники безопасности и обращения с химическими веществами. Питание электролизера должно осуществляться от выпрямительного агрегата, имеющего защиту от короткого замыкания и сигнализацию о нарушении электрического режима.

Большинство несчастных случаев на гидromеталлургическом 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.

Для выщелачивания, сорбции-десорбции металлов из кислых растворов, предусмотрено использование следующих основных реагентов:

1. *Аммиачная вода (25% NH₃)*

Аммиачная вода используется для десорбции серебра с насыщенного анионита с получением слабоаммиачного раствора. Вентиляционный газовый поток состоит из паров аммиака, которые должны быть уловлены во избежание загрязнения атмосферы рабочего места и цеха.

Герметизация аппаратуры, использование эффективных приемов очистки газовых выбросов, содержащих аммиак, является непременным условием эксплуатации оборудования, а обслуживающий персонал должен иметь защитные очки, противогаз, спецодежду из плотной ткани. Попадание в глаза паров аммиака вызывает ожоги слизистой оболочки, может вызвать поражение роговицы. Пострадавшему должна быть немедленно оказана помощь, заключающаяся в том, что пораженный глаз промывается водой или слабым раствором квасцов (0,5%), а при резких болях – 1-2 капли новокаина, в последующем используют закапывание слабыми растворами сульфата цинка, борной кислоты или альбуцида. При поражении кожи следует применить примочки уксусной, лимонной или виннокаменной кислоты.

Допустимое содержание аммиака в воздухе рабочей зоны составляет 20 мг/м³ воздуха. Противогаз марки КД или М, в случае ощущения в нем слабого запаха, должен быть немедленно заменен на новый. Технологическая схема, основанная на сорбции рения, предусматривает очистку паров аммиака с возвратом его в виде слабоаммиачного раствора, а также контрольную очистку аммиакосодержащего газового потока сернокислым раствором с получением раствора сульфата аммония, направляемого на сброс вместе с раствором после сорбции. Не допускается использования аммиачной воды в стеклянных или полиэтиленовых бутылках для приготовления или корректировки состава десорбирующих растворов.

2. *Минеральные кислоты*

при работе с азотной кислотой следует избегать попадания паров кислоты или оксидов азота в рабочую зону. ПДК паров азотной кислоты в воздухе рабочей зоны составляет 50 мг/м^3 в пересчете на N_2O_5 .

Азотная кислота должна перекачиваться насосами из склада кислоты в соответствующий мерник, расположенный вблизи рабочего места. Мерная емкость должна быть изготовлена из коррозионностойкого материала и оборудована мерным стеклом. В процессе закачивания кислоты обслуживающий персонал должен находиться

в защитных очках, в спецодежде из кислотостойкой ткани, и контролировать перекачку кислоты.

При вдыхании паров азотной кислоты происходит отравление, при попадании кислоты на кожу возникает ожог. При наличии таких признаков отравления как раздражение слизистых покровов дыхательных путей, головокружение, тошнота следует выйти на свежий воздух и освободиться от стесняющей дыхание одежды. При попадании кислоты на кожу нужно промыть место поражения большим количеством воды.

Серная кислота техническая, удельного веса $1,84 \text{ г/см}^3$. Не допускается использование кислоты в бутылках для приготовления или корректировки производственных растворов. Кислота должна перекачиваться насосами из склада кислоты в соответствующий мерник, расположенный вблизи рабочего места. Мерная емкость должна быть изготовлена из коррозионностойкого материала и оборудована мерным стеклом. В процессе закачивания кислоты обслуживающий персонал должен находиться в защитных очках, в спецодежде из плотной ткани, и контролировать перекачку кислоты. При отборе пробы кислоты должен присутствовать мастер или еще один аппаратчик. При ожогах кислотой немедленно смыть пораженное место водой, сделать примочку из марганцовокислого калия и дождаться врача. Первая помощь при воздействии серной кислоты (до прибытия врачебной помощи) следующая: при попадании в глаза, обильно промыть прохладной водой и закапать 1-2 капли 2%-ного раствора новокаина с последующим введением в конъюнктивальный мешок стерильного вазелинового (или персикового) масла. При раздражении дыхательных путей должна быть сделана ингаляция содовым раствором.

Соляная кислота уд. веса 1,19 применяется для осаждения хлорида серебра на электролизе меди, для зарядки анионитов в хлоридную форму. Меры

предосторожности при работе с соляной кислотой такие же, как и при работе с серной кислотой.

3. Ионообменные смолы

Ионообменные смолы поставляются в мешках по 20 литров. При заполнении колонн сорбции должны использоваться временные устройства, позволяющие при помощи эрлифта заполнить колонны анионитом. Временное устройство состоит из бачка на 100 литров с нижним сливным патрубком. К нему подсоединяется эрлифтная труба в форме «утки», в которую врезана трубка диаметром $\frac{1}{4}$ дюйма для подачи сжатого воздуха. Эрлифтная труба от нижнего патрубка бачка вводится в заполняемую колонну и укрепляется хомутами. Устройство монтируется на площадке, ниже колонн. Для подачи смолы в колонну необходимо на $\frac{1}{4}$ оборота открыть кран воздуха, в результате чего смоляная пульпа (вода + смола из мешков) эрлифтом перекачивается в колонну. После заполнения колонн временное устройство демонтируется. Хотя смолы не относятся к опасным веществам, но при загрузке смолы персонал должен работать в очках во избежание попадания в глаза гранул смолы. При засорении, глаза промыть водой для удаления зерен смолы. Колонна небольшого размера, такая как с сульфокатионитом, заполняется вручную при помощи пластмассового или металлического совка. Не допускается рассыпание смолы на обслуживающей площадке и подводящих лестницах, что может привести к несчастному случаю при падении. Смола с площадки убирается совком в специальную тару, а остаточное количество смолы на полу убирается мокрой тряпкой.

Используемые в технологии сорбции ионообменные смолы не растворимы в кислотах и щелочах, не выделяют вредных веществ при работе с ними, не канцерогенны, а попадание на открытую кожу не вызывает никаких последствий. Однако не допускается попадание в глаза гранул высушенной смолы, что вызывает набухание смолы в глазном пространстве с соответствующими сложностями удаления осколка из глаза.

Сорбционная технология относится к процессам низшей категории опасности.

4. Этиловый спирт

Этиловый спирт это бесцветная, легко воспламеняющаяся жидкость. Этиловый спирт, используемый для работы, хранится в кладовой спирта, где находится металлический закрытый ящик, куда помещают закрытые металлические бидоны или бутылки с этиловым спиртом и на котором имеется знак "огнеопасно". Тушить рекомендуется тонкораспыленной водой или огнетушителями.