

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»
Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Снижение техногенной нагрузки золотодобывающих предприятий Киргизии на окружающую среду

УДК 504.054-047.37:504.3.054:622.342.1(575.2)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ41	Абалиев Бекмарт Доолоталиевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Главный специалист лаборатории №1 ИФВТ	Дмитриенко В.П.	д. х. н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов О.Н.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов И.И.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко С. В.	Профессор, д. х. н.		

Томск – 2016 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания для оптимизации методов и способов обеспечения безопасности человека от воздействия различных негативных факторов в техносфере
P2	Осваивать современные методы моделирования состояния окружающей среды, прогнозирования изменения ее состояния под влиянием техногенных факторов
P3	Идентифицировать процессы и разрабатывать их рабочие модели, интерпретировать математические модели в нематематическое содержание, определять допущения и границы применимости модели, математически описывать экспериментальные данные и определять их физическую сущность, делать качественные выводы из количественных данных, осуществлять машинное моделирование изучаемых процессов
P4	Прогнозировать, определять зоны повышенного техногенного риска и зоны повышенного загрязнения <i>и создавать модели новых систем защиты человека и среды обитания</i>
P5	Анализировать, оптимизировать и применять современные информационные технологии при решении научных задач
P6	Моделировать, упрощать, адекватно представлять, сравнивать, использовать известные решения в новом приложении, качественно оценивать количественные результаты
P7	Проводить <i>инновационные</i> инженерные исследования опасных природных и техногенных процессов и систем защиты от них, включая <i>критический анализ данных из мировых информационных ресурсов, формулировку выводов в условиях неоднозначности</i> с применением <i>глубоких</i> знаний и <i>оригинальных</i> методов в области современных информационных технологий, современной измерительной техники и методов измерения.
Универсальные компетенции	
P9	С применением глубоких знаний осуществлять технико-экономические расчеты мероприятий по повышению безопасности
P10	К анализу и синтезу, критическому мышлению, обобщению, принятию и аргументированному отстаиванию решений с использованием <i>глубоких фундаментальных и специальных</i> знаний, аналитических методов и <i>сложных</i> моделей <i>в условиях неопределенности</i>
P11	Применить <i>глубокие</i> знания в области проектного <i>менеджмента</i> для ведения <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов в области техносферной безопасности.
P12	<i>Активно владеть иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в интернациональной профессиональной среде, включая разработку документации, презентацию и защиту результатов <i>инновационной</i> инженерной деятельности.
P13	Эффективно работать индивидуально, а также в качестве <i>руководителя группы</i> с ответственностью за работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области техносферной безопасности, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам
P14	Демонстрировать <i>глубокое</i> знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов <i>инновационной</i> инженерной деятельности,

	<i>компетентность</i> в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.
P15	Понимать необходимость и уметь <i>самостоятельно учиться</i> и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

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

Институт неразрушающего контроля
 Направление подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»
 Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой ЭБЖ

 (Подпись) _____ (Дата) С.В. Романенко
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ41	Абалиев Бекмарт Доолоталиевич

Тема работы:

СНИЖЕНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ ЗОЛОТОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ КИРГИЗИИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	от 15.04.2016 2841/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Наличие выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в процессе производственной деятельности предприятия
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Объект и методы исследования. 2. Расчеты выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. 3. Расчеты рассеивания примесей в приземном слое атмосферы. 4. Результаты проведенного исследования. 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 6. Социальная ответственность.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	

(с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Литературный обзор	Главный специалист лаборатории №1 ИФВТ Дмитриенко Виктор Петрович
Расчетная часть	
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Доцент кафедры менеджмента Петухов О.Н.
«Социальная ответственность»	Старший преподаватель кафедры «Экологии и безопасности жизнедеятельности» Романцов И.И.
По иностранному языку	Доцент кафедры иностранных языков физико-технического института Крицкая Надежда Вадимовна
Название разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Обзор литературы по исследуемой работе	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав.кафедрой	Романенко С.В.	Профессор, Д. Х. Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ41	Абалиев Б.Д.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ41	Абалиеву Бекмарту Доолоталиевичу

Институт	ИНК	Кафедра	ФМПК
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Проведение оценки экономической эффективности разработки технологической схемы

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Петухов О.Н.	Канд.экон.наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ41	Абалиев Бекмарт Доолоталиевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1ЕМ41	Абалиев Бекмарт Доолоталиевич

Институт	ИНК	Кафедра	ЭБЖ
Уровень образования	магистр	Направление/специальность	Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Рабочая зона на участке цианирования и сорбции золотоизвлекательной фабрики (ЗИФ) комбината «Макмалзолото».
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Производственная безопасность 1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)	– Анализ вредных факторов производственной среды (метеоусловия, токсичные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – Действие фактора на организм и первая помощь – Средства защиты
2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности: – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)	– Анализ опасных факторов производственной среды (механические опасности, электробезопасность, пожаровзрывобезопасность) – Действие фактора на организм и первая помощь – Средства защиты
3. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Возможные ЧС на объекте: замыкание электрической цепи, и как следствие, пожар и взрыв. Превентивные меры по предупреждению ЧС: применение изоляции, недоступность токоведущих частей, изоляция электрических частей от земли. Действия в результате возникшей ЧС и ликвидации ее последствий должны быть описаны в каждой инструкции охраны труда.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Эффективный и безопасный труд возможен только в том случае, если производственные условия на рабочем месте отвечают всем требованиям международных стандартов в области охраны труда.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ЕМ 41	Абалиев Бекмарт Доолоталиевич		

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

Институт неразрушающего контроля —
 Направление подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность»
 Уровень образования магистратура
 Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности
 Период выполнения (осенний/весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы	
---	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.02.15	Выбор направления исследования и способов решения задач	5
16.03.15	Сбор и изучение научно-технической литературы	20
23.03.15	Разработка методики теоретических исследований	5
06.04.15	Разработка методики исследования	10
20.04.15	Проведение расчетов исследований	25
27.04.15	Анализ и обработка полученных результатов	5
04.05.15	Обобщение и оценка эффективности полученных результатов	10
18.05.15	Оформление пояснительной записки	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав.кафедрой	Романенко С.В.	Профессор, д. х. н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав.кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭБЖ ИНК ТПУ	Романенко С.В.	Профессор, д. х. н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа на тему «Снижение техногенной нагрузки золотодобывающих предприятий Киргизии на окружающую среду» состоит из текстового документа, выполненного на [REDACTED] страницах. Текстовый документ содержит [REDACTED] рисунка, [REDACTED] таблиц, [REDACTED] приложений, список используемых источников из [REDACTED] наименований.

Ключевые слова: золотодобывающие предприятия, выбросы высокотоксичных веществ, циансодержащие вещества, технологии переработки золота, обезвреживания воздушных сдувок, гипохлорит натрия.

Объектом исследования является ОАО КЫРГЫЗАЛТЫН филиал «МАКМАЛЗОЛОТО».

Цель работы – разработать принципиальную технологическую схему обезвреживания вентиляционных технологических газов с целью снижения техногенной нагрузки на окружающую среду.

Задачи:

- провести анализ технологического процесса на предприятии «МАКМАЛЗОЛОТО»;
- определить точки максимального воздействия на окружающую среду (объемы и периодичность выбросов);
- выбрать способ обезвреживания цианистых газообразных выбросов;
- разработать принципиальную технологическую схему обезвреживания.

Работа выполнена с использованием литературных источников и материалов производственных практик.

В результате исследования была проведена анализ технологии на действующем предприятии и предложена технология для обезвреживания воздушных выбросов.

Определения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

окружающая среда: Внешняя среда, находящаяся в непосредственном контакте с рассматриваемой системой, объектом или субъектом;

санитарно-защитная зона: Участок территории, заключенный между промышленным предприятием и селитебной зоной (жилыми или общественными зданиями) для защиты населения от влияния вредных факторов производства (шум, выбросы, пыль, вибрация и т.д.);

Сильнодействующие ядовитые вещества: Химические соединения, обладающие высокой токсичностью и способные при определенных условиях (в основном при авариях на химически опасных объектах) вызывать массовые отравления людей и животных, а также заражать окружающую среду.

загрязняющее вещество: Химическое соединение, образующееся в процессе производства и выделяющееся в окружающую среду;

предельно допустимая концентрация: Максимальная концентрация вредных веществ в почве, воздушной или водной среде, при превышении которой отмечается их негативное воздействие на здоровье человека или окружающую среду;

ПДВ: Предельно допустимый выброс загрязняющих веществ в атмосферу, при котором обеспечивается соблюдение гигиенических нормативов в воздухе населенных мест при наиболее неблагоприятных для рассеивания условиях;

Обозначения и сокращения

ЗИФ – золотоизвлекательная фабрика

ККД – корпус крупного дробления

УМИ – участок мелкого измельчения

СДЯВ – сильнодействующие ядовитые вещества

ПДК – предельно допустимая концентрация;

ПДВ – предельно допустимый выброс;

ПДУ – предельно допустимый уровень;

ОБУВ – ориентировочный безопасный уровень воздействия;

ЗВ – загрязняющие вещества;

ИЗА – источник загрязнения атмосферы;

ИВ – источник выброса;

СЗЗ – санитарно-защитная зона;

НМУ – неблагоприятные метеоусловия;

ОАО– открытое акционерное общество;

ДСФ – дробильно-сортировочная фабрика;

КИЗА – комплексный индекс среднегодового загрязнения атмосферы;

ПЗА – потенциал загрязнения атмосферы;

ПВ – потребление воздуха;

ПАВ – поверхностно активные вещества;

ЦВС – цех водоснабжения;

ТЭЦ – теплоэлектроцентраль;

Нормативные ссылки

Содержание

Введение.....	17
Глава 1. Современные методы получения золота и проблемы загрязнения окружающей среды и влияния предприятий по добыче и переработке золотосодержащего сырья.....	19
1.1. Краткая характеристика реагентных технологий получения золота.....	19
1.1.1. Цианирование перемешиванием.....	20
1.1.2. Кучное выщелачивание	25
1.1.3. Подземное выщелачивание	26
1.2. Свойства реагентов, используемых в технологиях получения золота	28
1.2.1. Токсичность реагентов, используемых в современных технологиях получения золота	31
1.3. Экологические аспекты технологий обезвреживания отходов предприятий по извлечению золота.....	35
1.4. Краткие сведения о техногенных аварийных ситуациях, связанных с использованием цианидов.....	35
Глава 2. Общая характеристика золотодобывающего комбината «МАКМАЛЗОЛОТО».....	38
2.1. Характеристика предприятия.....	38
2.2. Структура предприятия.	42
2.3. Краткая характеристика производства	44
2.3.1. Технологический процесс переработки золотосодержащей руды на золотоизвлекательной фабрике комбината «МАКМАЛЗОЛОТО»	49
2.3.2. Применяемое оборудование для переработки руды на золотоизвлекательной.....	73
2.4. Характеристика источников выбросов в атмосферу.	76
2.4.1. Эколого-экономическая оценка воздействия на окружающую среду...	83
Глава 3. Обезвреживание воздушных сдувок с пачуков цианирования в отделении сорбции с помощью растворов гипохлорита натрия.	90
3.1. Теория электрохимического получения гипохлорита натрия. Основные процессы протекающие при получении гипохлорита.....	91
3.2. Оборудование для получения гипохлорита натрия и оборудование для обеззараживания воздушных сдувок.	92

3.2.1 Расчет количества гипохлорита натрия, необходимого для обезвреживания цианосодержащих газообразных выбросов	94
3.2.2 Расчет затрат электроэнергии на производство 6 кг / сутки гипохлорита натрия	96
Глава 4. Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение	103
4.1. Потенциальные потребители результатов исследования	103
4.2 SWOT-анализ.....	103
4.3.1 Цели и результат проекта.....	105
4.3.2 Организационная структура проекта	106
4.4. Планирование управления научно-техническим проектом.....	107
4.4.1 Матрица ответственности	107
4.4.2 Контрольные события проекта	108
4.4.3 План проекта	109
4.5 Бюджет научного исследования.....	112
4.5.1 Расчет затрат на сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты.....	112
4.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ...	113
4.5.3 Расчет основной заработной платы	114
4.5.4 Расчет дополнительной заработной платы	115
4.5.5 Расчет отчислений во внебюджетные фонды	116
4.5.6 Расчет накладных расходов	116
4.6 Оценка экономической выгоды проекта	117
Заключение по разделу	117
Глава 5. Социальная ответственность.....	118
5.1 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды на участке сорбционного выщелачивания золота из руд	120
5.1.1 Метеорологические условия производственной среды.....	120
5.1.2 Производственное освещение	124
5.1.3 Шум и вибрация.....	125
5.1.4 Производственная вентиляция	126
5.1.5 Водоснабжение.....	127

5.1.6 Система канализации.....	127
5.2 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды.....	128
5.2.1 Механическое воздействие	128
5.2.2 Электробезопасность.....	130
5.2.3 Пожарная безопасность.....	132
5.3 Защита в чрезвычайных ситуациях.....	133
Список используемых литератур	136
Приложения А	138

Введение

Охрана окружающей среды в Кыргызской Республике является актуальной задачей и имеет статус не только республиканского, но и международного значения. Одним из крупных источников загрязнения окружающей среды является предприятия добывающего и перерабатывающего золотосодержащие руды Кыргызстана. В данном рассматриваемом производстве образуются твердые, жидкие и газообразные выбросы.

Технология переработки золота заключается в подготовительных (дробление и классификация горной массы) и гидрометаллургических процессах, осуществляемых методом цианирования, кучного выщелачивания и сорбционного выщелачивания с применением цианидов и других токсичных реагентов. Современная гидрометаллургия золота основана на растворении золота в цианистых растворах. Основной недостаток этого процесса – высокая токсичность применяемых реагентов, загрязнение окружающей среды. Кроме того, под действием углекислого газа и воздуха цианистые соли способны разлагаться с выделением синильной кислоты, которая создает угрозу окружающей среде и отравления для работающих.

Актуальность исследования

Золотодобывающие и перерабатывающие предприятия в настоящее время пагубно влияют на окружающую среду, так как приводит к образованию техногенных отходов: твердых, жидких, газообразных. Особенно современные методы получения золота связано с использованием высокотоксичных веществ как цианид.

Цель и основные задачи работы

Разработать принципиальную технологическую схему обезвреживания вентиляционных технологических газов с целью снижения техногенной нагрузки на окружающую среду.

- Провести анализ технологического процесса на предприятии «МАКМАЛЗОЛОТО»;

- определить точки максимального воздействия на окружающую среду (объемы и периодичность выбросов);
- выбрать способ обезвреживания цианистых газообразных выбросов;
- разработать принципиальную технологическую схему обезвреживания.

Научная новизна проекта:

Организация обезвреживания технологических газообразных выбросов с помощью гипохлорита натрия, получаемого в замкнутом технологическом цикле.

Глава 1. Современные методы получения золота и проблемы загрязнения окружающей среды и влияния предприятий по добыче и переработке золотосодержащего сырья

Значительный вклад в экономическое благосостояние каждого государства вносят добывающие отрасли. Среди всех видов минерального сырья лидирующее положение занимает золото. В Кыргызской Республике общие запасы месторождений золота составляют 2 тысячи 149 тонн и по производству золота Кыргызстан занимает третье место среди стран СНГ [1]. Необходимо отметить, что в настоящее время производство золота в Кыргызской Республике испытывает трудности, связанные с истощением запасов богатых и легко добываемых руд, а также с удорожанием энергоресурсов, оборудования, материалов, услуг транспорта и т.д. Традиционные методы золотодобычи, достигшие предела возможностей, постепенно дополняются более эффективными физико-химическими геотехнологиями – подземным, кучным и отвальным выщелачиванием металлов. Все существующие в настоящее время технологии переработки золотосодержащего сырья оказывают многоплановое воздействие на окружающую среду. Загрязнение окружающей среды токсичными элементами является одной из приоритетных экологических проблем. Развитие промышленного производства всегда сопровождается негативным воздействием на окружающую среду [9].

1.1. Краткая характеристика реагентных технологий получения золота

Наиболее распространенные методы извлечения золота из руды, такие как амальгамация, флотация, цианидное выщелачивание в иловом или перколяционном процессах, кучное и подземное выщелачивание, связаны с применением высокотоксичных реагентов.

Амальгамация известна с I века до н.э. и широко применялась в мировой практике для извлечения золота из руд до 40-х годов 20-го века. Этот метод заключается в смешивании увлажнённой дроблёной породы с ртутью. Ртуть как коллектор собирает мельчайшие частицы благородных

металлов в укрупненный агрегат-амальгаму. В настоящее время амальгамация практически не применяется из-за высокой токсичности паров ртути.

Флотационный процесс обогащения полезных ископаемых основан на избирательном прилипании частиц минералов к поверхности раздела двух фаз. В качестве собирателей (коллекторов) применяют этиловый или бутиловый ксантогенаты, а пенообразователей – сосновое масло или крезол.

Цианисто-иловый процесс заключается в выщелачивании золота из тонко измельченной руды раствором цианида в чанах при интенсивном перемешивании.[2]

Перколяционное выщелачивание или *цианирование* просачиванием состоит в выщелачивании золота при естественной фильтрации цианистых растворов через слой тонко измельченной руды, помещенной в чан с ложным днищем.

1.1.1. Цианирование перемешиванием.

Этот способ цианирования золотосодержащих руд является наиболее эффективным процессом по сравнению с перколяцией и кучным выщелачиванием. Выщелачивание пульп перемешиванием протекает быстрее и дает более высокое извлечение золота и серебра вследствие того, что при тонком измельчении руды обеспечивается хорошее вскрытие золота, а при интенсивном перемешивании создаются более благоприятные условия диффузного подводов ионов CN и молекул растворенного кислорода к поверхности золотин. Поэтому по скорости выщелачивания и полноте извлечения золота цианирование перемешиванием значительно превосходит перколяционный процесс и кучное выщелачивание. Достаточно сказать, что цианирование перемешиванием обеспечивает 80-90% извлечение золота, а длительность процесса составляет от 6 до 30 часов (сравните аналогичные показатели процессов перколяции и кучного выщелачивания).

При цианировании перемешиванием необходимая степень измельчения руды зависит только от крупности частиц золота в руде и характер его распределения. В некоторых случаях при тонковправленном золоте руду подвергают весьма тонкому измельчению до крупности-0,074мм и даже до 0,043мм. Но если характер вкрапленности золота не требует такого измельчения, то пульпу цианируют при более грубом помоле крупностью 0,15-0,2мм.

При наличии в руде крупного золота его перед цианированием извлекают в цикле измельчения методами гравитационного обогащения, поэтому в процесс цианирования перемешиванием с рудой поступает только мелкое золото, растворение которого происходит достаточно быстро.

Рудные пульпы, поступающие на цианирование перемешиванием, имеют повышенную вязкость, что затрудняет диффузию цианистых ионов и молекул растворенного кислорода к поверхности частиц золота. Кроме того, сульфидные минералы, часто присутствующие в руде, довольно легко окисляются растворенным кислородом, в результате чего его концентрация в жидкой фазе может стать значительно ниже необходимой для растворения золота. Поэтому при цианировании пульп особое значение имеет энергичное перемешивание и непрерывное насыщение ее кислородом воздуха.

Процесс цианирования руд перемешиванием ведут при концентрации NaCN , составляющей 0,05-0,1%, и концентрации CaO равной 0,01-0,03% (pH=9-11).

Кроме реагентного режима важными параметрами процесса цианистого выщелачивания золота является отношение Ж:Т в пульпе и продолжительность процесса. Максимальное извлечение золота при цианировании кварцевых руд достигает при Ж:Т=1,5:1. На практике хорошие результаты получаются при Ж:Т=1:1, иногда даже при 0,67:1 при более грубом помоле. При обработке пульпы, содержащей кристаллический материал, и приотсутствие примесей в растворе жидкая фаза пульпы даже при высоких плотностях пульпы не утрачивает способности сохранять

необходимую концентрацию кислорода.

Для обеспечения наилучших условий извлечение золота из сульфидных руд и руд с высоким содержанием окислов железа или глины требуется более высокое разжижение пульпы. Для таких руд принимают $Ж:Т=2-2,5:1$, для некоторых руд требуется еще большее разжижение.

Время цианирования или продолжительность пребывания пульпы в аппаратах цианирования определяется уравнением:

$$T=V/\Pi \quad (1.1)$$

Где: T – время цианирования в часах;

V – суммарный объем всех аппаратов цианирования, $м^3$;

Π – потокпульпы, $м^3/ час$.

Совершенно очевидно, что значение T должно быть достаточным для перевода в раствор всего содержащегося в материале золота. Из уравнения следует, что при постоянном рабочем объеме аппаратуры цианирования инструментом регулирования процесса является часовой поток пульпы, поступающей в переработку или, что то же самое, регулирование производительности цианистой установки по переработке руды или концентрата.

Процесс цианистого выщелачивания золота осуществляют в периодическом или не прерывном режиме.

При цианировании в *периодическом* режиме пульпы периодически отдельными порциями закачивают в параллельно работающие аппараты для выщелачивания. После интенсивного перемешивания с цианистым раствором и защитной щелочью в течение определенного промежутка времени, необходимого для растворения золота, пульпу выпускают и перекачивают в чаны-сборники, а в аппараты выщелачивания закачивают новую порцию пульпы. В чанах-сборниках выщелоченная пульпа накапливается и поддерживается во взвешенном состоянии до поступления в следующую стадию обработки, например, на отделение золотосодержащих растворов от твердой фазы методом фильтрации.

Периодический режим цианирования руды используется на фабриках небольшой производительности с применением фильтрации пульпы и последующим осаждением золота из цианистых растворов цинковой пылью или стружкой. Как правило, в периодическом режиме цианируют небольшие количества гравитационных концентратов и других золотосодержащих продуктов.

При *непрерывном* выщелачивании пульпа поступает в каскад из последовательного соединенных аппаратов цианирования. Число аппаратов в каскаде обычно выбирают не более 4-6 с суммарным рабочим объемом, обеспечивающим при прохождении пульпы через них необходимое время для растворения золота.[4]

Непрерывно-действующая система цианирования обязательно сопрягается с дальнейшей технологической схемой переработки выщелоченной пульпы.

По сравнению с периодической, непрерывная схема цианирования дает следующие преимущества:

- возможность полной автоматизации управления процесса;
- меньшее количество обслуживающего персонала;
- более эффективное использование оборудования;
- меньшая единичная мощность двигателей и насосов.

В зависимости от требуемой производительности, технологической схемы переработки руды избирают тот или иной режим цианирования пульпы.

Процесс сорбционного выщелачивания золота и серебра из пульпы с применением сорбентов в настоящее время осуществляют двумя путями

1. После операции предварительного цианирования;
2. Совмещением процессов цианирования и сорбции.

И в том и другом случае в присутствии сорбента идут два совмещенные во времени процесса - растворение благородных металлов и сорбция их на ионит или активный уголь, т.е. процесс сорбционного

выщелачивания. Только после предварительного цианирования в процессе сорбции в присутствии сорбента протекает процесс дорастворения золота.

Перед выводом насыщенного сорбента из процесса он должен контактировать с цианистой пульпой, в растворе которой имеется достаточно высокая концентрация золота.

Это достигается тем, что руду или концентрат перед сорбционным выщелачиванием подвергают операции *предварительного цианирования*. В этом случае часть или больше половины золота из твердой фазы переходит в раствор с максимальной концентрацией его в жидкой фазе. Процианированная таким образом пульпа поступает в процесс сорбционного выщелачивания, где происходит дорастворение золота и его сорбция на активный уголь.

Предварительное цианирование пульпы осуществляется в том числе, если в руде или концентрате отсутствуют поглотители цианида, углистые вещества, способные сорбировать растворенное золото, а также в случае, когда процесс цианирования не осложняется большим содержанием окислительных минералов меди, цинка и других цветных металлов.

При обработке золотосодержащих материалов, в которых имеются углистые вещества или другие минералы, затрудняющие процесс растворения золота, операцию предварительного цианирования не проводят, и тогда цианирование ведут в присутствии сорбентов, т.е. осуществляют *прямой процесс сорбционного выщелачивания* благородных металлов. В этом случае ионит или активный уголь являются более сильными конкурентами природных сорбентов[5].

Процесс растворения золота идет в диффузионной области, т.е. скорость процесса растворения зависит от скорости диффузии растворителей и продуктов реакции. Если скорость диффузии растворителей – участников реакции обмена – больше, чем скорость диффузии продуктов реакции, то введенный в систему сорбент способствует ускоренному отводу из реакционной зоны цианистых анионов золота по схеме:



Где; $2[\text{Au}(\text{CN})_2]$ – сорбент.

Иными словами, присутствие сорбента в пульпе устраняет лимитирующую стадию диффузионного процесса, а именно – увеличивает скорость диффузии аниона $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ из зоны реакции путем поглощения его сорбентом.

В результате этого создаются хорошие условия для растворения золота. Воздействие сорбента на скорость растворения продолжается до тех пор, пока весь процесс не станет лимитироваться диффузией цианида к поверхности частиц золота, а это происходит обычно в концевых аппаратах, когда содержание золота в твердой фазе становится незначительным.

К основным технологическим параметрам процесса сорбционного цианирования относят следующие:

1. Продолжительность процесса;
2. Единовременная загрузка сорбента в процесс;
3. Время пребывания сорбента в процессе сорбции;
4. Количество ступеней сорбции;
5. Величины потоков пульпы и сорбента.

1.1.2. Кучное выщелачивание

Кучное выщелачивание (КВ) позволяет вовлекать в эксплуатацию бедные золотом месторождения при минимальном вторжении в природную среду и включает следующие технологические операции: добычу минерального сырья, рудоподготовку, выбор и подготовку площадки под КВ, сооружение противofiltrационного основания и складирование руды в штабель (кучу), орошение рудного штабеля выщелачивающими растворами, дренирование и сбор продуктивных растворов (ПР), накопление золотосодержащих растворов в емкости и их отстаивание, извлечение

ценных компонентов из ПР, включая получение готовой продукции; сбор и накопление маточных растворов с последующим приготовлением растворов орошения и обезвреживание отработанных рудных штабелей (хвостов выщелачивания).

В процессе КВ происходит растворение золота под действием слабого (0,08- 0,5 %, обычно 0,2-0,3 %) раствора цианида натрия в присутствии кислорода воздуха:



Из полученного раствора золото выделяют действием цинковых стружек:



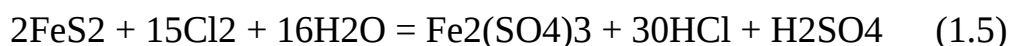
Преимуществом этого метода является возможность одновременной закладки в кучу сколь угодно большого количества сырья независимо от гидрогеологических особенностей месторождения и отсутствие золотоизвлекательных фабрик. Недостатком является невысокая степень извлечения золота (обычно не выше 70 %, лишь в наиболее благоприятных условиях до 80-85 %), а также необходимость выполнения традиционных горных работ, транспортировка руды, её дробление, санация отходов и рекультивация горных выработок. Кроме того, при наличии в руде меди резко снижаются показатели выщелачивания (большой расход цианида – до 45 кг/т руды, при этом невысокая степень извлечения золота – 35-45 % из-за цианоцидных свойств меди).

1.1.3. Подземное выщелачивание

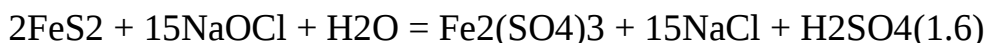
При подземном выщелачивании (ПВ) золота месторождение разрабатывается без извлечения руды на поверхность. Оно вскрывается системой скважин, часть из которых используется для подачи на руду реагента – выщелачивающего раствора (закачные или наливные скважины), другие – для извлечения на поверхность золотосодержащего раствора (откачные скважины).

Предприятия по разработке месторождения методом ПВ состоят из добычного комплекса, системы транспортировки растворов и установки по переработке ПР. Для выщелачивания помимо цианидов используют хлор, йод и бромсодержащие реагенты. Чаще всего ПВ ведется с использованием растворов активного хлора. Так, на месторождениях Урала в качестве растворителей применяют гипохлорит натрия и газообразный хлор. Приготовление рабочего раствора на месторождении ведут с использованием подземных вод, распространенных в контуре рудных тел. В целях упрощения процесса хлорирования для выщелачивания золота используют также активный хлор, получаемый из гипохлорита кальция. Последний содержит 33,9 % активного хлора и так же эффективен, как и газообразный хлор, но более безопасен.

В кислом гипохлоритном растворе хлорид служит комплексообразователем, хлор и HOCl – окисляющими агентами. Основным потребителем хлора в золотосодержащем материале являются сульфиды, представленные в основном пиритом:



Растворение золота в гипохлоритной щелочной среде происходит только в присутствии хлоридных солей с концентрацией на уровне 200-300 г/л. Взаимодействие гипохлорита натрия с сульфидами протекает по реакции:



Выделившаяся при окислении сульфида серная кислота реагирует с избыточным гипохлоритом с образованием хлора:



При окислении сульфидов по реакциям (1.5) и (1.6) образуется кислая хлорная среда, благоприятная для растворения золота. При избытке гипохлорита среда может стать нейтральной и даже щелочной, в этом случае растворение золота резко замедлится, а расход реагента станет непроизводительным. Таким образом, в условиях фильтрационного

выщелачивания наилучшие результаты достигаются при дифференцированной концентрации гипохлорита в растворе [3].

Метод скважинного ПВ пригоден для отработки как природных, так и техногенных объектов. К природным относятся россыпные месторождения различных типов, к техногенным – эфелипереработки россыпных месторождений, содержащее хвостохранилища, вечномерзлые россыпи с экономически приемлемым содержанием металла; остаточное золото в ранее отработанных горных выработках (в том числе затопленных шахтными водами) и рудные материалы (хвосты обогащения, некондиционные руды и породы, используемые в качестве рудничной закладки). Например, ПВ является оптимальным способом извлечения золота из водопроницаемых окисленных и полуокисленных руд коры выветривания. Необходимо отметить, что для ПВ характерна большая инерционность, поскольку все процессы протекают в недрах. При этом основным объектом негативного воздействия является водоносный горизонт.

1.2. Свойства реагентов, используемых в технологиях получения золота

Реагенты, применяющиеся для извлечения золота (ртуть, цианиды, хлор, ксантогенаты и др.), являются высокотоксичными химическими веществами.

К *цианидам* относятся цианистоводородная кислота и ее соли цианиды натрия и калия.

Цианистоводородная (синильная) кислота HCN – бесцветная жидкость со слабым запахом горького миндаля. Существует два структурных изомера: изоцианистый водород ($\text{HN}\equiv\text{C}$) и цианистый водород ($\text{HC}\equiv\text{N}$).

Цианиды натрия и калия (KCN , NaCN) – бесцветные гигроскопичные кристаллы, слабо пахнут синильной кислотой; pH водного раствора 12, температура плавления $562\text{ }^{\circ}\text{C}$, плотность $1,6\text{ г/см}^3$. Цианид натрия хорошо растворим в воде (при 20°C растворимость $36,8\text{ \%}$ по массе), растворяется в

метаноле (6,05 % по массе при 15 °C). Плохо растворим в жидком диоксиде серы, этаноле, диметил-формамиде.

Цианиды калия и натрия могут образовывать легкорастворимые комплексные соли с металлами, например, с солями золота $K[Au(CN)_2]$ или серебра $K[Ag(CN)_2]$, из которых затем металлическое золото (или серебро) вытесняется цинком[6].

В природных водах и почвенных растворах цианиды находятся в основном в молекулярной HCN и диссоциированной CN^- формах. Форма цианидов в значительной степени определяется pH раствора: в нейтральной и кислой среде он присутствует в виде молекул, а в щелочной (например, $pH > 8$) в виде CN^- . В молекулярной форме HCN – летучее соединение, в то время как ион CN^- , реагируя с металлами и органическими веществами, выпадает из растворов в осадок. Ион CN^- может также окислиться до цианатов OCN^- и тиосульфатов SCN^- .

Цианиды являются неустойчивыми соединениями и относительно быстро разлагаются в окружающей среде. Они характеризуются достаточно высокой реакционной способностью, взаимодействуют с различными органическими и неорганическими соединениями, а также вступают в реакции окисления и полимеризации. В результате этого обычно образуются менее токсичные, чем HCN, вещества, и общее количество «свободных» цианидов в системе снижается. Сведения по относительной стабильности цианистых соединений приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Относительная стабильность цианистых соединений

Тип соединения		Состав соединения	Примечание
Свободный цианид		CN ⁻ , HCN	Равновесие зависит от pH (pKa 9,2 при 25oC)
Простые цианиды:	Легко растворимые	NaCN, KCN, Ca(CN) ₂ , Hg(CN) ₂	Диссоциируют в водном растворе при низких концентрациях и ниже pH 8 в основном
	Труднорастворимые	Zn(CN) ₂ , CuCN, Ni(CN) ₂ , AgCN, Cd(CN) ₂	

			присутствуют в виде HCN
Комплексы металлов	Слабые	Zn(CN)_4^{2-} , Cd(CN)_3^- , Cd(CN)_4^{2-}	Диссоциируют легко
	Умеренно прочные	Cu(CN)_2 , Cu(CN)_3^{2-} , Ni(CN)_4^{2-} , Ag(CN)_2^-	Диссоциируют умеренно
	Прочные	Fe(CN)_6^{3-} , Fe(CN)_6^{4-} , Co(CN)_4^{4-} , Au(CN)_2^- , Hg(CN)_4^{2-}	Трудно диссоциируют, очень стабильны
Неорганические		SCN^- , CNO^-	Диссоциируют легко, цианат нестабильный
Органические (нитрилы)	Алифатические	Ацетонитрил, ацилонитрил, адипонитрил, пропионитрил	Стабильные
	Ароматические	Бензонитрил	Стабильный

Хлор (Cl_2) представляет собой тяжелый (в 2,5 раза тяжелее воздуха) желто-зеленый газ с резким удушающим запахом. Температура плавления – $100,98^\circ\text{C}$, температура кипения – $33,97^\circ\text{C}$. Растворимость хлора в воде при 10°C составляет 3,15 л на 1 л воды, при 20°C – 2,3 л. Образующийся раствор обычно называют хлорной водой.

Химически хлор очень активен и реагирует почти со всеми веществами, в том числе со многими органическими соединениями. Реакция хлора с органическими соединениями приводит к образованию множества хлорорганических продуктов. Например, он быстро присоединяется к непредельным соединениям с двойными и тройными углерод-углеродными связями (реакция с ацетиленом идет со взрывом). При определенных условиях хлор может замещать атомы водорода в органических соединениях.

Известно, что при обработке хлором природной воды при подготовке ее для использования в качестве питьевой образуются разнообразные хлорорганические соединения, концентрации которых достигают значительных величин. Например, из летучих органических соединений основными являются тригалометаны (трихлорметан, дихлорбромметан,

дибромхлорметан, трибромметан) и другие летучие хлорпроизводные (тетрахлорметан, дихлорэтан, ди-, три- и тетра- лорэтилен и др.), которые обладают канцерогенным и мутагенным эффектом. Кроме того, при хлорировании природной воды может образоваться также широкий спектр нелетучих и ограниченно летучих соединений – хлоруксусные кислоты, хлорацетонитрилы, хлорированные кетоны, хлорфенолы и хлорхиноны, хлорированные бифенилы, полихлорированные ароматические углеводороды, диоксины и др.

1.2.1. Токсичность реагентов, используемых в современных технологиях получения золота

Цианистоводородная кислота и ее соединения высокотоксичны. На степень токсичности и концентрацию свободного цианида в компонентах окружающей среды влияют следующие факторы:

- температура и кислотность среды (pH);
- содержание свободного кислорода;
- ионная сила;
- размеры и особенности организмов.

В таблице 1.2 представлено описание некоторых факторов, влияющих на токсичность цианидов.

Таблица 1.2 – Влияние ряда факторов на токсичность растворов цианидов

Факторы	Пределы изменения фактора	Влияние на токсичность раствора
Растворенный кислород	менее, чем 100 % насыщения	Токсичность возрастает
Температура	6-18 °С	С увеличением на 12 °С токсичность возрастает в 3 раза
Соленость	0,9 – 1,7 %	Токсичность увеличивается прямо пропорционально росту солености раствора
Присутствие аммония	0,35 – 0,7 мг/л	Токсичность увеличивается более чем в 2 раза

pH	выше 8,5	При росте pH токсичность незначительно уменьшается
----	----------	--

Цианистоводородная кислота может поступать в организм через слизистую оболочку дыхательных путей, пищеварительный тракт, в незначительном количестве через кожу. Вероятность вдыхания возможна, когда цианиды присутствуют в форме аэрозоля, тумана, пыли или дыма. Цианиды, поступившие в организм, нарушают кровообращение и снабжение организма кислородом из-за блокирования дыхательных ферментов и расстройства тканевого дыхания. При долговременном воздействии отмечаются нарушения функций щитовидной железы. Попад в кровь, синильная кислота быстро диссоциирует с образованием иона CN^- и распределяется в организме, подвергаясь метаболическим превращениям. При этом происходит частичное окисление до циановой кислоты ($HCNO$) и далее до CO_2 и аммиака, основная же масса вступает в реакцию с веществами, содержащими серу, и образует малотоксичные соединения – роданиды (CNS^-). Таким образом, цианиды не аккумулируются в живых организмах, поскольку преобразуются в тиоцианаты, которые являются менее токсичными соединениями[7].

Содержание цианидов в окружающей среде строго нормируется. В таблице 1.3 приведены санитарно-гигиенические нормативы содержания цианидов в объектах окружающей страны для разных стран.

Следует отметить, что по установленным в России нормативам (ПДК) тиоцианаты и цианиды являются одинаково токсичными соединениями, в то время как в зарубежных странах экологические нормы на тиоцианаты отсутствуют. В России ПДК тиоцианатов установлена в питьевой воде, равная 0,1 мг/дм³.

Крайне опасным веществом для человека является хлор. Он вызывает тяжелые ожоги кожи и слизистой оболочки глаз, отек легких.

Предельно допустимые концентрации хлорорганических соединений приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Санитарно-гигиенические нормативы содержания цианидов в объектах окружающей среды

Страна	Компонент природной среды	Норматив		Значение норматива
Россия	Воздух	ПДК HCN в воздухе рабочей зоны		0,3 мг/м ³
		ПДК HCN в воздухе жилой зоны		0,01 мг/м ³
	Вода	ПДК CN ⁻ в водоеме хозяйственно-питьевого назначения		0,035 мг/дм ³
		ПДК CN ⁻ в водоеме рыбохозяйственного назначения		0,05 мг/дм ³
Канада	Почва	ПДК, рассчитанная по выделению из почвы (HCN): - сельскохозяйственные земли и земли жилой зоны - земли промышленной зоны		0,9 мг/кг 8,0 мг/кг
		ПДК CN ⁻	Провинция Британская Колумбия	0,1-0,5 мг/дм ³
			Квебек	1,5 мг/дм ³
			Онтарио	2,0 мг/дм ³
Нидерланды	Почва	Контрольный уровень свободных цианидов (HCN, CN ⁻) Контрольный уровень сложных цианидов		1 мг/кг 5 мг/кг
Великобритания	Почва	ПДК для приусадебных участков и зон отдыха: - HCN, CN ⁻ - сложные цианиды		500мг/кг 1000 мг/кг
США	Грунтовые воды	Вход в поверхностные водоемы (HCN, CN ⁻) (в зависимости от региона)	Вайоминг	0,01-0,02 мг/дм ³
			Колорадо	до 10 мг/дм ³
	Почва	ПДК для сельскохозяйственных земель (HCN, CN ⁻)		0,1 мг/кг
Индия	Вода (сточная)	Вход в поверхностные водоемы (CN ⁻)		0,2 мг/дм ³

При обезвреживании хлором сточных вод, содержащих цианиды, образуется хлорциан (ClCN), который легко обнаруживается по его слезоточивому действию на организмы. Раздражающее действие паров хлорциана на глаза и органы дыхания проявляется без латентного периода. Непереносимая, вызывающая обильное слезотечение и спазм век концентрация составляет 0,06 мг/дм³; 0,4 мг/дм³ при десятиминутной экспозиции может вызвать смертельный исход. Чтобы избежать образования свободной синильной кислоты и хлорциана в раствор необходимо добавлять щелочь. Санитарно-гигиенические нормативы содержания хлора и его неорганических соединений в объектах окружающей среды приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Санитарно-гигиенические нормативы содержания хлора и его неорганических соединений в объектах окружающей среды

Компонент природной среды	Норматив	Значение норматива
Воздух*	ПДК хлора в воздухе рабочей зоны	1 мг/м ³
	ПДК HCl в воздухе рабочей зоны	5 мг/м ³
	ПДК хлора в атмосферном воздухе	0,1 мг/м ³
	ПДК HCl в атмосферном воздухе	0,2 мг/м ³
	ПДК OCl ⁻ в атмосферном воздухе	
Вода**	ПДК Cl ⁻ в воде водоемов рыбохозяйственного назначения	300 мг/дм ³
	Хлор остаточный свободный в питьевой воде	0,3-05
	Хлор остаточный связанный в питьевой воде	0,8-1,2
	ПДК Cl ⁻ в питьевой воде	350 мг/дм ³
Почва	Уровень содержания Cl ⁻ :	
	- незасоленная	<0,01%
	- слабозасоленная	0,01-0,035%
	- средnezасоленная	0,035-0,07%
	- сильнозасоленная	>0,07-0,14%
	-очень сильнозасоленная	0,14%

*ГН 2.1.6.1339.03 Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. - М.: Минздрав России, 2003. – 174 с.

**Приказ Росрыболовства от 18.01.2010 № 20 Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе в водах водных объектах рыбохозяйственного значения. – М., 2010. – 18 с.

1.3. Экологические аспекты технологий обезвреживания отходов предприятий по извлечению золота

На завершающем этапе любого производства проводится рекультивация промплощадок, санация территории, утилизация накопленных отходов. Для предприятий по получению золота отходами являются отработанные растворы процесса выщелачивания и отработанный рудный материал.

Утилизация отходов переработки золотосодержащего сырья включает в качестве первого этапа процесс обезвреживания токсичных компонентов, входящих в их состав. Нейтрализация токсичных компонентов бывает необходима и в период аварийных ситуаций, связанных с проливом цианидных растворов или с попаданием свободных цианистых соединений на поверхность почвы, в подземные воды или водные объекты.

1.4. Краткие сведения о техногенных аварийных ситуациях, связанных с использованием цианидов

Главным негативным экологическим фактором технологии *гидрометаллургии* является использование опасных химических реагентов. В связи с этим нештатные ситуации, возникающие на предприятиях, сопровождаются попаданием их в окружающую среду и негативным воздействием на ее компоненты. Около 90 % предприятий по извлечению золота в мире используют цианиды натрия или калия. По состоянию на 2010 г. насчитывалось около 875 таких предприятий и число аварий на них увеличивается.

Экологические происшествия могут происходить как на крупных, так и на небольших предприятиях. Причинами аварийных и других нештатных ситуаций могут быть: транспортировка цианида натрия к месту его использования, порывы 37 трубопроводов, разливы из хвостохранилищ, к примеру, из-за выброса суспензий, содержащих повышенные концентрации

цианидов в близлежащие водоемы; утечки сквозь гидроизоляционный слой из отвалов, хвостохранилищ; переливы, а также землетрясения.

За последние 50 лет в горнодобывающей отрасли только двенадцать из 67 инцидентов были связаны с попаданием цианидов в окружающую среду. Около 72 % произошедших аварий связаны с прорывом плотин хвостохранилищ, 14 % - транспортировкой цианидов и с прорывами трубопроводов.

Так, из-за прорыва плотины хвостохранилища цианидных отходов на Караменском ГОК в августе 2009 г. произошло отравление людей, гибель рыбы и растительности. Сброшенные в р. Курасан (Челябинская область) без очистки дренажные и ливневые воды привели к превышению ПДК меди в воде в 1380 раз, цинка – в 180 раз, ртути – в 110 раз, цианидов – в 1,4 раза. Погибшую рыбу находили в реке на расстоянии шести километров от места сброса. Вследствие нарушения технологического режима на участке «Пионер» ОАО «Покровский рудник» (г. Зея) в январе 2014 г. попавшие с рудника в окружающую среду химические вещества окрасили снег в красный цвет. Причиной данной утечки могло быть нарушение лежа отстойника хвостохранилища.

Цианиды, попавшие в озеро Иссык-Куль в 2004 г. в Кыргызской Республике, привели к срыву туристического сезона. В результате попадания 1762 кг цианида натрия в р. Барскоон (1998 г.) получили отравление 2577 чел., 850 чел. было госпитализировано с признаками тяжелого отравления. В Казахстане в октябре 2011 г. произошел прорыв противοфилтpационного экрана, однако своевременно принятые мероприятия позволили избежать серьезных экологических и социальных потерь. В 2008 г. на руднике по добыче золота в Wutong (Китай) при порыве трубопровода произошло попадание шлама с высокой концентрацией цианидов в водохранилище, которое являлось источником питьевой воды в городе. В 2011 г. в Турции в провинции Кютахье в результате обильных дождей произошел размыв дамбы хвостохранилища и цианиды попали в окружающую среду. Крупные аварии

произошли в Румынии (Бая-Мар), где из-за проливных дождей было размыто хвостохранилище и в р. Самош-смыто 20 т отходов цианида натрия, после чего отравленная вода попала в р. Тису дойдя до р. Дунай, и вызвала гибель тысячи тонн рыбы на протяжении 1200 км[8].

Таким образом, приведенные примеры свидетельствуют о том, что утечки цианидов неизбежно наносят вред окружающей среде. Такого рода инциденты носят, как правило, острый или краткосрочный характер на водную флору и фауну, который длится от нескольких часов до нескольких дней и обычно не связан с долговременными экологическими последствиями. Опасность разливов технологических растворов обусловлена не только присутствием в них цианистых соединений, но и высоким содержанием тяжелых металлов, в том числе ртути, кадмия и др. Цианиды обычно обезвреживают с помощью химических реагентов, однако воздействие технологического раствора в целом продолжается. При этом в зависимости от используемого для окисления цианидов агента опасность этого раствора может существенно измениться. В некоторых случаях наблюдается даже возрастание токсичности за счет образования побочных продуктов.

Восстановление компонентов природной среды происходит также за счет протекающих в них процессов самоочищения, нестабильности цианистых соединений. Как известно, цианиды легко гидролизуются с образованием циановодорода, который является летучим веществом, достаточно быстро распространяющимся в атмосфере. При попадании в поверхностные водоемы цианиды под воздействием солнечного света и биodeградации превращаются в менее токсичные соединения. Так, пробы воды, отобранные в Румынии после аварийного попадания цианистых стоков в реку, где наблюдалась полная потеря фито- и зоопланктонных организмов, показали, что восстановление их произошло всего через несколько дней после произошедшего загрязнения. В подземных водах или в грунтах, т.е. в зоне, обедненной кислородом, трансформация цианидов существенно

замедляется, и они могут достаточно долго сохраняться в подземных горизонтах.

Глава 2. Общая характеристика золотодобывающего комбината «МАКМАЛЗОЛОТО»

2.1. Характеристика предприятия.

Филиал «Комбинат «Макмалзолото» создан на базе золоторудного месторождения «Макмал», открытого и разведанного Управлением Геологии Республики Кыргызстан в 1969-1977 гг. По результатам исследованных данных в 1976г. вышло Постановление Совета министров СССР о строительстве в Кыргызстане первого золото-обогачительного комбината, на основании чего этот объект был включен в план экономического развития.

В январе 1986г. на обогачительной фабрике были получены первые 225г золота.

Комбинат «Макмалзолото» расположен в 5 км от Районного центра с.Казарман Тогуз-Тороузского района Джалал-Абадской области.

В штате комбината на 1 января 2015г. числится 1110 рабочих, из них служащие – 71 чел.

Комбинат – одно из крупнейших предприятий, неизменно выполняющих свои годовые планы, регулярно и своевременно выплачивающих своим сотрудникам заработную плату.

Комбинат вносит в казну республики ежегодно 50-52 млн сомов дохода, стабильно выплачивает налоговые и другие платежи.

В начале 2001г. в результате структурных преобразований комбинат «Макмалзолото» стал филиалом ОАО «Кыргызалтын».

Структура филиала состоит из нескольких отделений и цехов. В разрезе производственного цикла это выглядит следующим образом:

- во главе этой цепочки стоит горнорудный цех, расположенный в 40км от головного предприятия и райцентра в поселке «Макмалзолото», главной задачей является добыча руды;
- автотранспортный цех специализированная перевозкой руды;

- главным цехом является обогатительная фабрика, занимающая основное здание комбината.

Карьер «Макмал» принят в эксплуатацию в феврале – октябре месяце 1986 г. и выведен на проектную мощность по добыче и переработке руды в конце 1987 года. Проектная мощность по добыче руды составляло 500 тыс. тонн в год (КИО 100%). Высотная отметка карьера по верху составляло 2810 м., предельная глубина отработки по данному проекту – 2530 м., объем хвостохранилища около 5 млн. м³.

По геолого-структурным признакам все золоторудные тела месторождения «Макмал» имеют в основном линзовидную форму с тенденцией к выклиниванию на флангах, как по простиранию, так и по падению рудоконтролирующих структур. Группы линз объединены в рудные тела. На месторождении выделяются три зоны: Приконтактовая, Главная и Юго-Восточная (Южная).

Ближайшие железнодорожные станции – г. Балыкчы (450 км) и г. Джалал-Абад (170 км). Транспортировка материалов автотранспортом производится круглогодично по трассе Бишкек-Казарман, трасса Джалал-Абад -Казарман используется только в летний период.

Главным промышленно-ценным минералом руд является золото, содержание его в рудных телах колеблется от нескольких долей до нескольких сотен граммов на тонну руды. Главными минералами – носителями золота является кварц, воллостанит и пирит. На долю этих минералов приходится соответственно 60,5% и 5,3% золота. Помимо золота в рудных телах в незначительном количестве присутствует серебро.

Горные работы на карьере «Макмал» ведутся согласно горным работам, согласованными с Госгортехнадзором КР. Кроме того по тектонические осложненным зонам по западному борту карьера начиная с апреля 1998 года начали осыпаться существующие бермы, создавалась опасная ситуация по западному борту карьера.

В связи с осложнением горно-геологических условий связанных с

обрушением породы в Северном и Западном бортах карьера и само обрушением предохранительных берм были приостановлены вскрышные работы и работы по добыче руды в зонах влияния Северного и Западного бортов карьера, где ведется обработка только бедных запасов Южного рудного тела. Богатые руды Главного рудного тела и Западной линзы Приконтактового рудного тела перешли в категорию временно неактивных запасов. С целью отработки остатков карьерных запасов до проектной отметки дна карьера +2500м принято решение извлечь неактивные категории запасов открытым способом.

Для реализации данного мероприятия, закончены основные работы по проведению бортов карьера в безопасное состояние специализированной организацией, после выполнения намеченных задач, появляется реальная возможность добыть руду с недр карьера «Макмал» в объеме 557 тыс.тн со средним содержанием золота в ней 4,8 г/тн. Добытая руда будет использована для под шихтовки имеющихся запасов карьера до планового содержания 2,4 г/тн. Согласно данной программе общий объем за шихтованной руды составит 2 млн. 446 тыс.тн., объем вложенного золота составит 5884 кг.

Работы в области охраны труда, техники безопасности и охраны окружающей среды на комбинате проводятся согласно «Мероприятий по охране труда, технике безопасности, охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов» и месячных планов работ, а также с учетом предписаний, приказов вышестоящих и контролирующих организаций и других нормативных документов.

Так, указанные мероприятия и месячные планы работы состояли из 72 пунктов на 1 полугодие, направленных на улучшение условий труда, исключение производственных травм, а также уменьшение воздействия вредных производственных факторов на работающих и население.

Придавая важное значение знанию правил и инструкций по безопасным методам труда и практическому навыку безопасной работы,

проведены во всех подразделениях предприятия обучения, аттестация и проверка знаний работающих. Обучения проводятся по специально разработанной программе, утвержденной главным инженером комбината. Приобретены новые правила по промышленной безопасности выпуска 2000 года. Проведена проверка знаний инженерно-техническим работниками комбината по ним.

Большая работа предстоит Службе ОТ,ТБ и ООС предприятия , основные задачи она видит в :

Приведении нормативно-технической документации – НТД в соответствие с существующими требованиями промышленной безопасности, правилами и требованиями контролирующих органов;

Внедрение СУОТ и ОС (системы управления охраной труда и окружающей среды) ОАО «Кыргызалтын» на предприятии, как филиале указанной структуры;

Осуществлении жесткого контроля за состоянием безопасности на особо опасных объектах предприятия и при использовании ВМ и СДЯВ;

Организации контроля и исполнения предписаний и приказов вышестоящих хозяйственных и надзорных органов;

Контроле за строительством и организации приемки в эксплуатацию авто мойки АТЦ и др.

С целью осуществления программы «Комплексная основа развития Кыргызской Республики, в частности по разделу долгосрочное развитие плана горной промышленности. Приступил к разработке «ТЭО отработки месторождения «Макмал» подземным способом ниже горизонта + 2500м». таким образом, основная стратегическая цель экономического развития производства ее жизнеспособность путем формирования необходимых оборотных средств и капитальных вложений на укрепление и расширение производственной базы комбината.

Среди путей реализации указанных целей и задач, является ослабление налогового бремени в отношении формирования оборотных

средств и капиталов накоплений. В связи с этим поддерживаем инициативу исполнительной дирекции 5-ой международной конференции Кыргызской Горной Ассоциации (20-22 ноября «Кыргызское Взморье»), о рассмотрении обобщенных предложений представленных Правительством по внесению дополнений и изменений в статьи законов «Об иностранных инвестициях», Налоговому и Таможенному Кодексам, со снижением отдельных ставок налогов для горной промышленности.

2.2. Структура предприятия.

а) Рудник «Макмал»- основным видом деятельности является добыча и вскрыша руды. В руднике руда добывается подземным способом. Вспомогательные участки карьера; электромеханическая служба, шихтовальный склад, белазисты, ремонтно-подготовительный парк, котельный, очистная служба, бульдозеристы, за балансовый склад.

б) Из рудника руда достаётся в участок рудоподготовки автотранспортным цехом. Основной деятельностью которого является перевозка руды, а также перевозка сотрудников на работу и обратно. В автотранспортном цехе (АТЦ) также существуют следующие участки;

- ремонт механизмов и машин
- рудовозы
- спецтранспорт
- хозтранспорт
- легковой транспорт
- междугородний транспорт
- дорожно-эксплуатационный участок
- автозаправочная станция

в) Из рудоподготовки руда поступает в корпус крупного дробления (ККД) ЗИФ.

г) Основным подразделением ФМЗДК является ЗИФ (золото-извлекательная фабрика). Первичная обработка руды делается ККД (корпус

крупного дробления) Оттуда она поступает в УМИ (участок мелкого измельчения). В отделе сгущения руда обогащается химреагентами и отделе сорбции – сорбируется. Потом золото с ее химическим составом регенерируется и поступает в электролиз. Из электролиза получают сплав Доре готовая продукция.

д) В ходе процесса производства строго контролируется качество выполняемой работы на каждом участке. Эту функцию выполняет ОТК (отдел технического контроля).

ж) Для контролирования, анализирования и принятия дальнейших решений в технологии производственного процесса работает химическая лаборатория.

з) Ремонтами технологического оборудования и запасных частей занимается РМЦ (ремонтно-механический цех).

е) Снабжением электроэнергией занимается энергоцех которая по виду выполняемой работы делится на следующие участки;

- обмоточный цех;
- электрики;
- котельная;
- очистные сооружения;
- водозабор.

КИПиА (контрольно-измерительные приборы и автоматика)-работники этого участка контролируют и сопровождают работу оборудования, приборов, и автоматики.

к) Участок связи непрерывно связывает участки как внутри комбината так и с внешними предприятиями и населенными пунктами.

л) Пожарная охрана предупреждает и проводит инструктаж на рабочем месте.

м) Хвостовое хозяйство – основная цель которого является обезвреживание промышленных отходов.

н) Ахо (административно- хозяйственный отдел) соблюдение промышленной чистоты и порядка на административном корпусе.

о) Здравпункт следит за здоровьем сотрудников, проводит проф. осмотры.

р) АУП (аппарат управления)

К непроизводственным цехам относятся ЖКХ и СОП (ЖКХ - жилищно-коммунальное хозяйство).

2.3. Краткая характеристика производства

Комбинат «МАКМАЛЗОЛОТО» структурно состоит из:

- добычного комплекса,
- рудоперерабатывающего комплекса,
- вспомогательных подразделений,
- объектов инфраструктуры.

Объекты промышленного назначения (основное и вспомогательное производство)

Добычной комплекс:

- карьер (работы в настоящее время закончены, готовится к рекультивации),

- штольни подземного рудника №3, 6, 7, 11, 10

- скаладынеконденционных руд (ведется забор руды для шихтования),

- отвалы пустых пород,

- склад взрывчатых веществ (расходный)

- ремонтно-механические мастерские,

- участок подготовки проб для лаборатории,

- склад ГСМ, автозаправка (дизтопливо),

- административно-бытовой корпус (АБК),

- гараж,

- котельные для общежития АБК и ремонтных мастерских,

- очистные сооружения для сбрасываемых хозяйственно-бытовых

СТОЧНЫХ ВОД,

- отстойник для подземных вод из штольни №3 (штольня не используется, происходит выход природных вод).

Перерабатывающий комплекс:

- рудный двор;
- крупное дробление (ККД);
- подземная галерея с питателями (ККД);
- главный корпус (ЗИФ):
 - участок мелкого измельчения (УМИ);
 - отделения сорбции и десорбции;
 - отделения сгущения;
 - отделения электролиза.
- блок обезвреживания хвостовой пульпы;
- склады (кислотный, СДЯВ, угля и извести);
- узлы приготовления реагентных растворов (серной кислоты и хлорной извести, цианистого натрия);
- химическая лаборатория;
- котельная (ЗИФ);
- ремонтно-механические мастерские (РММ);
- автотранспортный цех (АТЦ);
- склад ГСМ и автозаправочная станция (дизтопливо, бензин);
- хвостохранилище (3 карты (2 законченная, 1 в работе), насосная, водооборот, дренаж);
- административно-бытовой корпус (АБК);
- очистные сооружения.

Карьеры рудник

Филиал Комбинат «Макмалзолото» ОАО «Кыргызалтын» осуществляет основную добычу золотосодержащей руды подземным способом на месторождении Макмал, частично добыча ведется выемкой из отвалов забалансовой руды (это делается для того чтобы осреднить руду

рудника с богатым содержанием золота и тем самым подготовить руду к переработки с необходимым часовым расходом и заданными кондициями).

Месторождения представлено карьером, площадью 214га (не используется, не рекультивирован), отвалами вскрышных пород и некондиционных руд, общей площадью 144га (за давностью лет отсыпки слившихся с ландшафтом), рудным складом площадью 32га (не используется, используется при отработке карьера) и рудником с общим отводом в 158,15 га.

В настоящий момент отработка карьера буровзрывными методами прекращена ввиду истощения рудных запасов на данных отметках. На площадке карьера отрабатывается только отсыпанный ранее склад бедной (забалансовой) руды, необходимой для шихтования. Бедная руда загружается в автосамосвалы и вывозится на рудный склад ЗИФ.

Вся основная нагрузка по добыче руды среднего и богатого содержания приходится на подземный рудник. Исходя из экономических, геологических и горнотехнических факторов действует вариант очередности отработки рудного тела. До 2011г (год ввода в эксплуатацию штольни №11) отрабатываются все рудные тела выше штольни №6 (отметка 2370 м). для поддержания производительности фабрики (ЗИФ) на уровне 300 тыс.тонн руды в год, на первую очередь подземных работ приходится отработка запасов рудных тел штольни №6 (отм. 2370), на текущее состояние запасы штольни 3 отработаны полностью, запасы штольни №7 исчерпаны почти полностью. Штольня №11 пока не вышла на уровень основной отработки, ее основная отработка начнется с вводом в эксплуатацию штольни №10. Таким образом, сначала отрабатывались запасы выше горизонта штольни №3 и подэтаж штольни №3, затем работы последовательно опустились на горизонты штолен №7 и №6, следующими горизонтами отработки станут расположенные ниже штольни №11 и 10.

Склада пустых пород около порталов штолен не образуется, так как отработка выполняется по рудному телу.

Система разработки рудника представляет собой этажное обрушение с донным выпуском руды и подэтажной отбойкой. Данной системой отрабатываются участки рудных тел большой мощности (свыше 10м), участки средней и малой мощности отрабатываются системой подэтажных штреков. Технология извлечения руд из рудника состоит из следующих основных производственных процессов:

- добыча руды в руднике буровзрывным методом (бурение скважинишпуров с закладкой взрывчатки при проходке по горизонту, при выбивке восстающих и дучек, дроблении негабаритов),

- доставка руды вагонетками с электровозами на поверхность к складу руд у портала сбойки штольни №6 и портала штольни №3 и дальнейшая ее транспортировка автосамосвалами к рудному складу на территории ЗИФ.

На промплощадке месторождения «Макмал» организованы вспомогательные работы для своевременного ремонта оборудования и горной техники. Инфраструктура площадки включает в себя: административно-бытовой корпус(АБК), общежитие, ремонтно-механические мастерские, гараж, участок подготовки проб породы с дробилками для хим.лаборатории месторождения, склад ГСМ с 2 емкостями объемом по 100 м³, расходный склад ВВ, очистные сооружения и инженерные коммуникации.

Рудоподготовка

Подготовка руд к извлечению золота на фабрике осуществляется на территории промплощадки ЗИФ. Технологическая цепочка подготовки руд включает в себя следующие объекты: рудный склад (или двор), корпус крупного дробления (ККД) и участок мелкого измельчения (УМИ).

С месторождения руда автосамосвалами (с прицепом), грузоподъемностью в среднем до 40 т, доставляется на рудный склад ЗИФ, где происходит шихтование (перемешивание), т.е. доведение содержания извлекаемого компонента до технологического уровня. Рудный склад представляет собой утрамбованную площадку, где происходит

складирование и накопление руды.

Руда, доведенная до определенной концентрации золота, бульдозером подается в приемный бункер ККД, где проходя через щековую дробилку, проходит стадию первичного дробления до +100 мм. Производительность дробильной установки 1200-1400т/сутки. Далее по закрытому транспортеру, длиной 107,5 м, руда подается в подземный приемный бункер объемом 2000т, состоящий из 4-х смежных емкостей. Далее через пластинчатые (основные) и вибро-питатели по двум конвейерам (одна линия – резервная) длиной 75 м со скоростью 1м/сек руда подается на участок мелкого измельчения (УМИ), расположенный в главном корпусе ЗИФ. На участке УМИ руда подается в мельницы полуизмельчения ММС, производительностью 50 т/час, для дробления до размера 35 мм. Полуизмельченная руда (влажность 20-40 %) с размером частиц более 10 мм подается в обратную бутару для доизмельчения, остальная руда подается в двухкамерную диафрагменную отсадочную машину, производительностью 20 т/час, где происходит отделение концентрата (направляемого далее на гравитационное обогащение) и рудной фракции. Рудная фракция в виде пульпы попадает на спиральный классификатор, где также происходит отделение крупной фракции от мелкой. Крупная фракция попадает на доизмельчение в шаровую мельницу МЦШ и по замкнутому циклу опять попадает в спиральный классификатор. Мелкая фракция попадает во вторую стадию классификации, где проходя через систему гидроциклонов проходит окончательное разделение песков и тонкой фракции. Тонкая фракция представляет собой конечный пульповидный продукт с размером частиц 0,074 мм, который подается в сгустительный бассейн (диаметр 50 м, объем 4500 м³), где происходит обезвоживание пульпы (механическое осаждение) до полужидкого состояния (50 % воды). Для дальнейшей переработки продукт насосами перекачивают в отделения цианирования (выщелачивания) и сорбции ЗИФ.

2.3.1. Технологический процесс переработки золотосодержащей руды на золотоизвлекательной фабрике комбината «МАКМАЛЗОЛОТО»

Описание

Технологический процесс переработки золотосодержащей руды на золотоизвлекательной фабрике комбината «МАКМАЛЗОЛОТО» можно представить следующими стадиями и этапами производства:

Технологические процессы фабрики

1. Прием руды
2. Дробление руды
3. Измельчение руды и классификация
4. Сгущение пульпы и подача ее в гидрометаллургическое отделение
5. Цианирование. Сорбционное выщелачивание.
6. Обезвреживание пульпы
7. Цианистая обработка сорбента
8. Регенерация сорбента
 - Кислотная обработка сорбента
 - Сорбция тиомочевины
 - Десорбция драгметаллов
 - Отмывка сорбента от теомочевины
 - Щелочная обработка
 - Электролиз тиомочевинных растворов
 - Съем и отжиг катодного осадка
9. Реагентное хозяйство
 - Приготовление известкового молока
 - Приготовление цианистого раствора
 - Приготовление раствора щелочи
10. Хвостовое хозяйство

Назначение и состав золотоизвлекательной фабрики

Золотоизвлекательная фабрика комбината «МАКМАЛЗОЛОТО» предназначена для переработки руд месторождения «Макмал» по сорбционной технологии с извлечением из них драгоценных металлов и получения товарной продукции в виде лигатурного золота, соответствующего ТУ 117-2-7-75. Режим работы фабрики – 24 часа\сутки, 365 дней в году. Годовая производительность фабрики по переработке составляет 480800 т\год.

В состав фабрики входят:

1. Дробильное – измельчительное отделение (ДИО)
 - дробильное отделение с приемным бункером руды;
 - измельчительное отделение;
2. Гидрометаллургическое отделение (ГМО)
 - участок цианирования пульпы;
 - сорбционное выщелачивание;
 - обезвреживание хвостов сорбционного цианирования;
 - узел цианистой обработки сорбента;
 - участок регенерации насыщенного сорбента;
 - участок электролиза;
 - участок отжига катодного осадка;
3. Реагентное отделение
 - узел приготовления цианистого раствора;
 - узел приготовления известкового молока;
 - узел приготовления регенерирующих растворов.
4. Хвостовое хозяйство.

Характеристики исходного сырья.

Руда месторождения «МАКМАЛ» относится к типу кварцевых малосульфидных золотосеребряных руд, что и предопределяет выбор технологии переработки.

Характеристики исходной руды приведены в таблице 1.

Таблица 2.1 – Характеристика исходной руды.

№ п/п	Наименование показателей	Показатель
1	Содержание в руде г/т Золота	плановое
2	Серебра	плановое
3	Размер кондиционного куска, не более	700
4	Твердость по Протодяконову	10-18
5	Объемный вес, т/м	2,73
6	Насыпной вес т/м	1,69
7	Наличие древесины, % не более	0,01

Технологические процессы фабрики

1. Прием руды

Подача руды в приемный бункер ЗИФ осуществляется автосамосвалами, через автовесовую.

Контроль за количеством руды, поступающей в приемный бункер осуществляет весовщица ОТК. Контроль за качеством руды, поступающей в приемный бункер осуществляет трактор Т330 рудного склада ЗИФ.

Машинист трактора Т330 бракует руду в случаях:

- наличия крупных обломков лесоматериалов;
- крупных негабаритов (более 700 мм);

Большого количества снега (более 1/3 объема кузова самосвала); наличия металлических предметов. Отбракованная руда отправляется на рудный склад и доводится до кондиции силами рудного склада. Кондиционная руда выгружается в приемный бункер (поз.)

Приемный бункер должен быть постоянно заполнен рудой для уменьшения воздействия ударов руды на футеровку бункера и трака пластинчатого питателя.

2. Дробление руды.

Цель дробления руды – подготовка ее к измельчению путем уменьшения размеров отдельных кусков с 700 мм до 300мм-400мм.

Материал, размером 700 мм поступает в приемный бункер. Смерзшиеся куски разбиваются с помощью бульдозера. Негабаритные куски убираются на рудный склад для проведения до кондиции силами рудного склада.

Руда, крупностью до 700 мм из приемного бункера пластинчатым питателем ПЛ-1-18-90 (поз.2) подается в зев щековой дробилки ЩДП-12 х 15. (поз.3) дробление одностадийное. Размер входного куска – 700 мм, размер выходного куска 300 мм – 400мм. Дробленый материал поступает на ленту конвейера №1 (поз.4)

Конвейер доставляет дробленую руду на бункера дробленой руды откуда руда на конвейере доставляется на измельчение.

3. Измельчение руды и классификация.

Целью процесса измельчения является подготовка руды к последующим операциям измельчения золота. Задача процесса измельчения – наиболее полное раскрытие золота из минералов.

Измельчения одновременно ведется на двух блоках.

Дробленая руда из накопительных бункеров с №1 по №4 с помощью пластинчатых питателей подается на два конвейера (поз.7,8) на конвейер №3(поз.7) при работе первого измельчительного блока и на конвейер №4 (поз.8) при работе второго измельчительного блока.

В работе на выпуске руды постоянно должно находиться 2 бункера.

Измельчительной средой для мельниц ММС являются куски руды, размером до 400мм. Для увеличения производительности в мельницу ММС добавлены шары в количестве до 40%, диаметром 80мм. Измельчительной средой для мельниц МЩЦ являются шары, диаметром 60мм.

Измельчение руды двухстадийное:

1 стадия. Руда подается в загрузочную тележку ММС 2,3 х 4,5 (поз.9(1,2)) и вода для их транспортировки. Разгрузка мельницы производится через бутару. Руда крупностью – 20мм направляется в

классификатор 1КСН-24Б (поз.11(1,2)), где разделяется на песковую и иловую фракции. Песковая фракция возвращается на 1КСП-24 (поз.12(1,2)).

Слив классификаторов поступает в зумпф (поз.) и с помощью насосов (поз.13,14) закачивается в гидроциклоны ГЦ-360 (поз.16). – Гидроциклоны укомплектованы в батареи по две штуки в каждой. Пульпа на одну батарею гидроциклонов подается отдельным насосом по отдельному трубопроводу. Давление пульпы перед гидроциклонами должно быть 1,0-1,2атм. Контроль давления осуществляет машинист мельниц по показаниям манометра, установленного на входе пульпы в каждую батарею гидроциклонов.

Пески гидроциклонов направляется самотеком в шаровые мельницы.

Пульпа через распределитель потоков поступает на зумпф. Слив гидроциклонов является готовым продуктом узла измельчения и классификации.

2 стадия измельчения состоит из мельниц МЩЦ 3,2 x 4,5 (поз10(1,2)). Питанием мельниц МЩЦ являются пески гидроциклонов и КСП. Каждая мельница работает в паре с ММС 2,3 x 4,5.

Параметры узла измельчения и классификации представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2. – Параметры узлы измельчения и классификации

№	НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРА	1 СТАДИЯ	2 СТАДИЯ
1	Крупность исходного питания, мм	300-400	0,1-0,5
2	Измельчающая среда	Руда (шары Д=80мм)	Шары Д=60мм
3	Подача оборотной воды /ч	30-35	
4	Подача руды, т/час на каждую мельницу	40	50
5	Расход шаров, кг/т	0,45	0,54
6	Плотность пульпы в мельницах, %	60-70	60-65

7	Циркуляционная нагрузка, %	100-220	200-300
8	Загрузка шаров, %	40	40
9	Плотность слива классификатора	25-35	35-45
10	Содержание класса – 0,074 мм, в сливе классификаторов, %	40-65	40-75
11	Плотность слива гидроциклонов, %	15-20	
12	Содержание класса – 0,074 мм. В сливе гидроциклонов, %	Не менее 89	

Контроль за качеством работы узла измельчения и классификации осуществляет контролер ОТК согласно карты пробоотбора. Контроль за плотностью пульпы в мельнице, за плотностью слива классификатора и содержанием в нем класса – 0,074 мм, ежемесячно осуществляет машинист мельниц записью результатов контроля в журнале мельника.

Необходимая плотность пульпы в мельницах и в сливе классификаторов поддерживается оборотной водой, подающейся в мельницы и классификаторы.

Готовым продуктом узла измельчения и классификации является пульпа, плотностью 15-20 % с содержанием класса – 0,074, не менее 89 %.

4. Сгущение пульпы и подача ее к гидрометаллургическое отделение.

Пульпа из распределителя пульпы (поз.), установленном в главном корпусе поступает трубопроводу в центральный стакан сгустителей Ц-50 с центральным приводом (поз.17(1,2)). В работе находиться один сгуститель.

В сгустителе происходит сгущение и уплотнение сгущенного продукта, который скребками с помощью центрального привода подается к центру сгустителя и далее, через четыре задвижки Д200 и двух трубопроводов каждый из которых соединен со своим аэролифтом, поступает в зумпф насосной станции отделения сгущения далее подается в приемный короб пульпы гидрометаллургического отделения (поз.).

В верхней части сгустителя идет осаждение иловых частиц и осветление раствора. Осветленный раствор по сливу желоба и далее по трубопроводу поступает на всас насосов (поз.19) и подается потребителям оборотной воды.

(В мельницы ММС, в мельницы МЩЦ, в классификаторы 1КСН-24Б).

Параметры узла сгущения приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3. – Параметры узлы сгущения.

№п/п	Наименование параметров	Значение
1	Плотность питания сгустителя, %	15-20
2	Плотность пульпы, подаваемой на ГМО, %	48-53
3	Содержание класса – 0,074 мм. в подаваемой пульпе, %	Не менее 89%
4	Нагрузка двигателей привода: сгустителя А, не более	15

Готовым продуктом узла сгущения является пульпа с плотностью 45-53 % и содержанием класса – 0,074 мм. В ней не менее 89 %.

Контроль за качеством работы узла сгущения осуществляет контролер ОТК согласно карты пробоотбора.

Контроль за нагрузкой привода сгустителя, высотой осветленного слоя, уровнем воды в сгустителях осуществляет аппаратчик сгущения с записью в журнале.

5. Цианирование. Сорбционное выщелачивание.

Целью цианирование пульпы является растворение благородных металлов с помощью разбавленных растворов цианистого натрия в присутствии кислорода воздуха. Перешедшие в раствор золото и серебро сорбируют в дальнейшем ионообменными смолами, в частности, анионитом АМ-2Б.

Целью сорбционного выщелачивания является дорастворение золота и серебра из твердой фазы и перевод растворенных золота и серебра в фазу ионита.

Растворяясь в цианистом растворе, благородные металлы переходят в жидкую фазы пульпы и одновременно сорбируются ионитом. Вследствие совмещения операций выщелачивания и сорбции этот процесс называется сорбционным выщелачиванием.

Процесс цианирования и сорбции идет по одной линии постоянно, который состоит из шести пачуков цианирования и десяти пачуков сорбции. Сгущенное в сгустителе пульпа насосами (поз.20) подается в приемный короб. Из приемного короба пульпа самотеком, через автоматический пробоотборник, гранулометр, рН-метр и расходомер поступает на приемный грохот, обслуживающий линию сорбции. В работе находится один грохот, один в рабочем резерве. Ответственность за рабочее состояние грохотов несет аппаратчик сорбции.

Очищенная от щепы пульпа с грохотов поступает в пачуки цианирования, с приемного грохота (поз.21(1,2)) в первый пачук цианирования(поз.23(1)). Далее пульпа проходит через шесть пачуков цианирования и десять последовательно соединяющихся пачуков сорбции. Из пачука в пачук пульпа поступает самотеком через пульповые перетоки, кроме перехода из поз. в поз., где пульпа подается с помощью аэролифта. Для перемешивания пульпы в пачуки цианирования подается воздух низкого давления, поступающий по системе трубопроводов из компрессорного участка. Распределение воздуха в пачуке осуществляется с помощью диспергаторов, установленных в нижней части каждого пачука. Давление воздуха в системе должно составлять 2,2-2,4 атм. Для поддержания необходимой концентрации цианида натрия в первый пачук цианирования (поз.23(1)) подведен раствор цианистого натрия концентрации 60-70 г/л, который подается из напорной емкости (поз.). Регулировка расхода осуществляется автоматически. Контроль за расходом ведется аппаратчиком сорбции.

Контроль за рН пульпы ведет аппаратчик сорбции по данным анализов экспресс-лаборатории. рН должен находиться в пределах 10-11.

Параметры узла цианирования представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4. – Параметры узлы цианирования.

№ п/п	Наименование поступающего параметра	Значение
1	Содержание твердого в поступающей пульпе, %	45-53
2	Содержание класса - 0,074 в пульпе, %	не менее 89
3	Подача пульпы, на каждую линию, м/ч	80-120
4	Концентрация натрия NaCN в пачуках (поз.), мг/л	280-320
5	рН пульпы в пачуке (поз.)	10-11
6	Продолжительность цианирования пульпы, час	4-6
7	Давление воздуха на перемешивание, атм.	2,2-2,4

Отбор проб осуществляет контролер ОТК согласно карты проотбора. При необходимости дополнительного контроля отбор проб осуществляет аппаратчик сорбции.

Сорбционное выщелачивание проходит следующим способом:

После этапа цианирования пульпа поступает в цепочку пачуков сорбционного выщелачивания (поз.24(1-10)). В пачуках сорбционного выщелачивания корректировка концентрации цианида натрия и рН не производится. Пульпа перемешается последовательно от первого пачука к последнему. Смола двигается противотоком. Смола поступает с участка регенерации.

Отрегенерированная смола с участка регенерации подается в 10 пс (поз.24(10)). Очищенная от сечки смола подается в пачуки (поз.24(10)) и противотоком, разделяясь в каждом пачуке от пульпы на рамках, с полипропиленовой сеткой, проходит последовательно все пачуки сорбционного выщелачивания. В пачуках (поз.24(1-4)) находится насыщенная смола.

Концентрация смолы в пачуках сорбционного выщелачивания должна быть: 1-4 пс 20-22 мл/л, 5-10пс 15-17мл/л. Концентрация смолы в сорбционных пачуках поддерживается в зависимости от содержания золота в перерабатываемой руде. Корректировку концентрации смолы в сорбционных пачуках и передвижку смолы по пачукам сорбции осуществляется

аппаратчик сорбции. Количество перемещаемой смолы должно соответствовать выданному сменному наряд – заданию.

Параметры узла сорбционного выщелачивания представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5. – Параметры узлы сорбционного выщелачивания.

№	Наименование поступающего параметра	Значение
1	Концентрация смолы в 1-4пс пачуках (поз), мл/л	20-22
2	Концентрация смолы в 5-10пс пачуках (поз), мл/л	15-17
3	Поток смолы по пачукам, л/час	500-600
4	Содержание золота в насыщенной смоле, г/кг, не менее	1,0-1,4
5	Содержание золота в смоле хвостового пачука, г/кг, не более	0,1
6	Содержание золота в жидкой фазе хвостовой пульпы, мг/г	не более 0,02
7	Содержание золота в твердой фазе хвостовой пульпы, г/г	плановое
8	Плотность хвостовой пульпы, %	40

Насыщенный сорбент из пачука (поз.24(1)) самотеком подается на грохот для отмывки от илов. Для транспортировки смолы и отмывки от илов на грохот подается обратная вода. Отмытый от илов сорбент аэролифтом подается на концентрационный стол СКО-2 (поз.29) для отделения сорбента от песков. Пески направляются в ДИО на доизмельчение, смола – поступает на МОД (поз.28), где происходит ее дополнительная отмывка водой от илов.

Насыщенный сорбент является готовой продукцией для цикла регенерации смолы и десорбции благородных металлов.

Отбор проб для контроля технологического процесса осуществляет контролер ОТК согласно карты пробоотбора. Аппаратчик сорбции контролирует концентрацию сорбента 3 раза в смену с записью в журнале рапортов и производит передвижку сорбента ежечасно в количествах, согласно наряд – задания, но в пределах пункта 2 таблицы 6.

В дневную смену аппаратчик сорбции один раз производит замер расстояния до песков в пачуках цианирования и сорбционного

выщелачивания с записью в журнале рапортов и ежемесячно перестановку сеток согласно схемы.

Обезвреживание пульпы.

В процесс переработки золотосодержащей руды на ЗИФ, образуются стоки – обеззолоченные хвосты сорбционного выщелачивания. Жидкая фаза хвостов содержит такие вредные химические компоненты как цианид – и роданид-ионы, комплексные цианистые анионы железа, цинка, никеля и т.д.

Обеззолоченная пульпа из хвостового пачука сорбции (поз.24(10)) самотеком подается через 2 контрольных грохота улавливание смолы (поз.25(1,2)) на обезвреживание (поз.39). Два контрольных грохота находятся в работе. Все грохота укомплектованы сеткой 0,4х0,4. Смола после улавливания на грохотах аэролифтом возвращается в пачук сорбционного выщелачивания (поз.24(10)).

Пачук обезвреживание разделен на четыре секции. Каждая секция снабжена воздушным перемешивателем (диспергаторы). Контроль за подачей гипохлорита кальция осуществляется с помощью приборов КИПиА и по анализам, которые проводят аппаратчики сорбции и контролер ОТК.

После обезвреживания пульпа проходит через автоматический пробоотборник и затем из него самотеком по левой и по правой нитке трубопроводов направляется на хвостохранилище.

Таблица 6. Параметры узла обезвреживания.

№	Наименование поступающего параметра	Значение
1	Содержание твердого в пульпе, поступающей на обезвреживание, %	40
2	рН пульпы	10-11
3	Содержание активного хлора в растворе гипохлорита кальция, г/л	20-40
4	Содержание CN по секциям пачука, мг/л, не более в 1 секции в 4 секции	10,0 1,0
5	Содержание активного хлора, мг/л. В 1 и 4 секции	10-20

6	продолжительность обработки, час	1,5-2,0
7	Содержание смолы после контрольного грохота в пульпе, зерен/л, не более	1

Отбор проб контроля технологического процесса осуществляет контролер ОТК согласно карты пробоотбора. Аппаратчик обезвреживания ведет процесс по результатам анализов экспресс – лаборатории. За работу приборов КИПиА отвечает дежурный слесарь КИПиА.

7. Регенерация сорбента.

Целью регенерации сорбента является восстановление его сорбционных свойств, что делает возможным его многократное использование. Для восстановленных сорбционных свойств сорбента, его подвергают обработке для снятия примесей и благородных металлов.

Полная регенерация включает в себя следующие операции:

- кислотная обработка
- сорбция тиомочевины
- десорбция золота
- отмывка сорбента от тиомочевины
- щелочная обработка
- отмывка от щелочи

Кислотная обработка сорбента.

Целью кислотной обработки сорбента является очистка его от комплексных цианистых ионов цинка, кобальта, а также разрушения и удаления цианид ионов из смолы. В качестве элюента при кислотной обработке используется 3-4 % серная кислота. Кислотная обработка проводится в колоннах (поз.33(90/1, 90/2)), смола подается в колонну (поз.33(90/1)) противотоком в колонну (поз.(90/2)) подается раствор серной кислоты. Продолжительность кислотной обработки 30-36 часов. Расход элюента 5-6 объемов на 1 объем смолы. Промывной раствор поступает на нейтрализацию. Контроль производится по содержанию серной кислоты на выходе из колонны (поз.33(90/2)) 5-10 гр/л..

Таблица 7. Параметры кислотной обработки.

№	Наименование параметра	Значение
1	Концентрация серной кислоты в исходном растворе, г\л	30-40
2	Расход раствора на объем сорбента, об/объем	5/1
3	Содержание кислоты в сливе колонны, г/л	5-10
4	Содержание тиомочевина, г\л\	1-5
5	продолжительность обработки, час	30-36

Контроль за подачей раствора осуществляет аппаратчик регенерации.

Сорбция тиомочевины.

Целью процесса сорбции тиомочевины является подготовка сорбента для десорбции золота и серебра, снятие примесей.

Сорбция тиомочевины осуществляется раствором который содержит ТМ – 60-80 г/л; H₂SO₄– 25-30 мг\л. Сорбция тиомочевины производится в течении 30-36 часов. Температура проведения процесса 50-55 градусов. Расход элюента составляет 1-1,5 объема на 1 объем смолы. Процесс осуществляется в колонне (поз.33(91)). Контроль производится на выходе из колонны.

Параметры узла сорбции тиомочевины представлены в таблице 8.

Таблица 8. Параметры сорбции тиомочевины.

№	Наименование параметра	Значение
1	Расход раствора, об/объем сорбента.	1-1,5/1
2	Содержание серной кислоты в сливе колонны, гр/л	25-30
3	Содержание тиомочевины в сливе колонны, гр/л	6-8
4	Продолжительность процесса, час	30-36

Контроль за подачей раствора осуществляет аппаратчик, отбор проб осуществляет контролер ОТК с записью в журнале.

Десорбция драгоценных металлов.

Целью процесса десорбции драгоценных металлов является снятие с сорбента золота, остатков серебра и примесей тиомочевинным раствором с получением товарного регенерата.

Десорбция золота и серебра осуществляется тиомочевинным сернокислым раствором.

Десорбция производится в колоннах (поз.33(92/1,2,3)). Насыщенная золотом смола поступает в колонну (поз.33(92/1)), в колонну (поз.(92/3)) подается водный раствор, содержащий 6-8 % тиомочевины и 2,5-3,0 % серной кислоты. Время проведения десорбции 72-76 часов. Расход элюента определяется содержанием золота в товарном регенерате. Температура процесса 50-55 градусов.

Содержание золота в выходящей смоле с колонны (поз.33(92/3)) должно быть не более 0,05 гр/кг. Смола с колонны (поз.33(92/3)) поступает в колонну (поз.93) для отмывки от тиомочевины. Товарный регенерат накапливается в емкости (поз.27(106/1)). Процесс десорбции осуществляется противотоком, что обеспечивает получение высококонцентрированного товарного регенерата по золоту, содержание золота не менее 80 мг/л. Накопленный в емкости раствор подается на фильтр для очистки от шламов после чего в емкости, затем накопленный раствор подается на фильтр после чего в расходные емкости и далее на электролиз.

Таблица 9. Параметры узла десорбции.

№	Наименование параметра	Значение
1	Содержание Me в товарном регенерате, мг/л	не менее 80
2	Остаточное содержание Me на смоле, мг/л	не более 0,05
3	Расход раствора, м/куб/час	5-7
4	Содержание тиомочевины в исходном растворе, гр/л	6-8
5	Содержание H ₂ SO ₄ в исходном растворе	25-30
6	Температура раствора на, С	50-55
7	Продолжительность процесса, час	72-76

Контроль за подачей раствора, а также отбор проб осуществляет аппаратчик регенерации и контролер ОТК.

Отмывка сорбента от тиомочевины.

После десорбции золота на поверхности смолы остается дорогостоящая тиомочевина, которую необходимо вернуть в процесс. Для этого производится отмывка смолы от тиомочевины водой. Промывные воды направляются для приготовления свежего раствора тиомочевины. Отмывка от тиомочевины производится в течении 24-30 часов с расходом воды 2,5-3 объема воды на 1 объем смолы. Температура проведения процесса 50-55 градусов. Отмывка от тиомочевины производится в колонне (поз.33(93)). Контроль за проведением процесса осуществляется по содержанию тиомочевины и рН в промывной воде. Содержание тиомочевины в промывной воде должно быть 1 %. При содержании тиомочевины более 1 % промывной раствор отправляется на (поз.33.(92/2)), менее 1 % на нейтрализацию.

Параметры отмывки сорбента от тиомочевины представлены на таблице 10.

Таблица 10.Параметры отмывки сорбента от тиомочевины.

№	Наименование параметра	Значение
1	Расход воды, об/объем сорбента.	2,5-3/1
2	Температура воды, С	50-55
3	Продолжительность процесса, час	24-30

Контроль за подачей раствора осуществляет аппаратчик регенерации.

Щелочная обработка.

Целью щелочной обработки сорбента является удаление остатков примесей и восстановление пористости сорбента, перевода его в ОН-форму.

Щелочная обработка производится в колонне (поз.33(94)) 2% раствором щелочи (едкого натра). Продолжительность щелочной обработки 18-20 часов. Расход щелочи составляет 2 объема на 1 объем смолы. Температура проведения процесса 50-55 градусов. Выходящий раствор из колонны направляют на нейтрализацию раствора после кислотной обработки. Смолу направляют на отмывку от щелочи.

Параметры щелочной обработки представлены в таблице 11.

Таблица 11. Параметры щелочной обработки.

№ п/п	Наименование параметра	Значение
1	Расход раствора, об/объем сорбента	2/1
2	Содержание NaOH в исходном растворе,	20
3	Температура раствора	50-55
4	Продолжительность процесса, час	18-20

Отмывка смолы от щелочи

Отмывка смолы от щелочи предназначена для вытеснения из колонны раствора щелочи и смывания ее остатков со смолы. Отмывка производится водой, промывные воды направляются на приготовление свежего раствора щелочи. Отмытая от щелочи смола направляется на процесс сорбции. Продолжительность отмывки от щелочи 18-20 часов, температура процесса 50-55 градусов. Расход воды на отмывку составляет 4 объема на 1 объем смолы. Контроль процесса осуществляется по pH выходящей воды – 11-11,5.

Сорбент, прошедший последовательно все обработки, является готовой продукцией участка регенерации и направляется эрлифтом на сорбцию (поз.) для последующей сорбции благородных металлов

Электролиз тиомочевинных растворов.

Целью электролиза тиомочевинных растворов является выделение благородных металлов из раствора в твердую фазу.

Процесс электролиза золота из товарного регенерата состоит из нескольких технологических операций: фильтрация товарного регенерата, собственно электролиза, промывки и сушки катодного осадка в катодных блоках, съемки осадка и его обжига, взвешивания и затаривания готовой продукции.

Раствор товарного регенерата с емкости (поз.27(109/3,4)) подается на фильтр пресс, где отделяются взвешенные частицы ила, щепы и дробленой смолы. Отфильтрованный регенерат поступает в напорные емкости (поз.27(109/1,2)), откуда раствор самотеком поступает в электролизер. Частично обеззолоченный раствор (сброс электролизера) поступает в емкость (поз.27(126)) для приготовления растворов. Температура электролизере поддерживается потоком товарного регенерата и должна быть 50-60 градусов. Рабочий ток при процессе электролизера поддерживается 1000-1500А. При насыщении электролизера осадком, процесс электролизера останавливается и производится очистка блоков и ванны электролизера от осадка. Влажный осадок помещают противни из титана и обжигают при температуре 150-250 градусов. На противне остается металлизированный осадок в виде спекшийся комков. Спекшиеся комки собираются, взвешиваются и сдаются на хранение.

Таблица 12. Параметры узла электролизера золота.

№	Наименование параметра	Значение
1	Температура растворов, С°	20-40
2	Напряжение в ванне, В	4,5-8
3	Сила тока, А	1000-2500

4	Остаточное содержание золота на сбросах эл-ов, мг/л	5-10
---	--	------

Отбор проб осуществляет контролер ОТК согласно карты пробоотбора. Аппаратчик электролизера ведет процесс таким образом, чтобы исключить простои электролизеров и выдерживать параметры согласно таблицы 15.

Реагентное хозяйство.

Раствор извести.

Раствор извести применяется на операции сгущения в качестве коагулянта. При цианирования пульпы после сгущения в качестве защитной щелочи, для подавления гидролиза цианистого натрия. Известь в технологический процесс подается в виде суспензии – известкового молока.

Для приготовления известкового молока используют негашеную крупнокусковую известь, реже – гашеную в виде пушонки.

Активность нормальной негашеной извести должна составлять не менее 67 % по СаО. Негашеная известь загружается в бункер (поз.). Из приемного бункера исходный материал поступает в мельницу МТТТР 1500х1500 (поз.34), работающую в паре с классификатором 1КСН-5 (поз.35).

Верхний слив классификатора поступает в зумпф. Откуда насосами закачивается в чаны с перешивающим устройством, а пески возвращаются на измельчение. Из чанов раствор известкового молока насосами подается на сгущение через зумпф насосов.

Технические характеристики процесса приготовления известкового молока представлены в таблице 13.

Таблица 13. Технические характеристики процесса приготовления известкового молока.

№	Наименование параметра	Значение
1	Подача сухой извести в мельницу	0,3-0,9
2	Соотношение Т:Ж в мельнице	1: 1
3	Плотность слива классификаторов	10

4	Расход воды на 1т.известн мЗ	10
5	Концентрация СаО в готовом известковом растворе, г/л	60

Раствор цианистого натрия.

Раствор цианистого раствора предназначен для обработки золотосодержащей пульпы с целью растворения золота и серебра. Применяется в виде 10 % раствора. Внешне цианистый натрий представляет собой кристаллический порошок белого цвета. Насыпная масса которого 0,95 гр/см.куб. Под действием влаги цианид натрия легко разлагается на цианистый водород и щелочь, а при взаимодействии с кислотами бурно разлагается с выделением паров синильной кислоты.

Цианистый натрий – соль синильной кислоты и относится к категории сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ). Предельно допустимая концентрация паров сильной кислоты в воздухе не должна превышать 0,0003 мг/л.

Цианистый натрий – импортного производства поставляется в полиэтиленовых мешках, упакованных в металлические бочки. Цианид соответствующий техническим условиям должен иметь активность не ниже 89 %.

Принятый в отделение цианид регистрируются в пронумерованном , прошнурованном и скрепленном печатью журнале учета цианида по определенной форме.

Работа, хранения и транспортировка реагента осуществляется в соответствии с правилами техники безопасности при работе с СДЯВ.

Приготовление раствора цианистого натрия осуществляется в помещении, изолированном от других участков реагентного корпуса с отдельным входом и выходом.

Участок оснащен общеобменной приточно – вытяжной и местной вытяжной системами вентиляции.

Щелочной раствор для растворения цианистого натрия готовится в емкостях с мешалками.

Расстановка ящиков – контейнеров осуществляется на расходном складе. Полиэтиленовые мешки с цианистым натрием с помощью тельфера загружаются в растарочно – загрузочное устройство. Из растарочно – загрузочного устройства цианистый натрий поступает на растворение в реактор. Готовый раствор поступает в расходную емкость. Насосом его перекачивают в расходные емкости цианида и далее используют на стадии цианирования и сорбционного выщелачивания.

Раствор щелочи.

Раствор щелочи или едкий натр, применяют для регенерации ионита в процессе щелочной обработки. Иногда едкий натр используют как защитную щелочь в процессах цианирования и щелочного выщелачивания. Каустическая сода представляет собой монолит зеленоватого цвета полностью 23 гр/см.куб и растворимостью в воде 63,5 гр/100мл..

Щелочь (NaOH) поступает в мешках, из которых она загружается в загрузочную воронку, из которой обратным раствором, закачиваемым с помощью насосов (поз.) вымывается (поз.).

Раствор щелочи, приготовленный для перевода анионита АМ-2Б в ОН – форму откачивается насосами (поз.) на участок регенерации в емкость (поз.88).

Раствор тиомочевины.

Тиомочевину применяют для десорбции благородных металлов со смолы в отделении регенерации. Теомочевина тоже является растворителем золота не менее активным, чем цианистый натрий. Тиомочевину – белый кристаллический порошок с желтоватым оттенком со слабым запахом сернистых соединений. Она плохо растворяется в воде, особенно холодной. Для ее растворения воду необходимо подогреть до 50-60С и подкислить

серной кислотой. Растворимость тиомочевины в воде ограничена и составляет 90-100 г/л..

Тиомочевину поставляют в металлических барабанах массой 70-80 кг или в полиэтиленовых мешках массой 25 кг.

ХВОСТОВОЕ ХОЗЯЙСТВО

В состав хвостового хозяйства входит:

- хвостохранилище,
- система оборотного водоснабжения,
- система транспорта хвостов.

Хвостохранилище предназначено для складирования отвальных хвостов и одновременно служит очистным сооружением. Оно представляет собой гидротехническое сооружение в виде большой открытой чаши. Здесь под действием силы тяжести твердые частицы оседают – происходит укладка хвостов. Жидкая фаза хвостовой пульпы фильтруется из хвостохранилища и используется в качестве оборотной (повторно используемой) воды. Для использования оборотной воды в технологическом процессе и существует система оборотного водоснабжения.

Система гидротранспорта хвостов служит для их доставки с фабрики на хвостохранилище.

Основные характеристики хвостохранилища:

Начало эксплуатации – 1986 год. Тип накопителя – балочный Дамба – насыпного типа, способ наполнения – намывной.

Проектные отметки:

- уровень воды в прудке – 367м
- Заполнения хвостами – 368м

Площадка хвостохранилища расположена в юго-западном направлении в 2 км от обогатительной фабрики. Район расположения предприятия характеризуется среднегодовой температурой +5,2С,

минимальная зимняя – (-38С), максимальная летняя – (+32С). Снежный покров образуется в конце октября, половодье проходит в конце марта. Испарение с водной поверхности 50 % обеспеченности составляет 1238мм/год. Глубина промерзания почвы колеблется от 162 до 225 см. Среднегодовая сумма осадков составляет 263-337 мм.. относительная среднегодовая влажность воздуха не превышает 64 %. Среднегодовая скорость ветра колеблется от 1,4 до 2,5 м/с, наибольшая среднемесячная – 3,3 м/с. Сейсмичность района – 9 баллов. Площадка хвостохранилища в основании и по бортам до глубины 6,2-13,5 м представлена четвертичными отложениями: суглинками и супесями с крупнообломочным материалом и линзами песков, а также галечниками. В пределах исследованных участков грунтовые воды вскрыты на глубине 3,4-5,8 м в верхней части лога, в пониженной части 6,0-7,0 м.

Емкость хвостохранилища создана отсыпкой ограждающих дамб плотины на высоту до отметки 1439,0 м проектного срока эксплуатации. Емкость хвостохранилища 2,6 млн.кубов. В теле плотины отсыпано суглинистое ядро в сопряжении с суглинками основания устройством зуба. В сторону верховой части создан понур из суглинка мощностью 2 м для снижения фильтрации плотины.

В ложе хвостохранилища находится противофильтрационный экран из суглинка и полиэтиленовой пленки марки «В» с защитным слоем из гравийно-галечникового грунта.

Гидротранспорт хвостов – напорносамотечный. Пульпонасосная станция расположена на фабрике. Магистральный пульповод выполнен из стальных труб в две нитки диаметром 219х8 мм..

Распределительный пульповод проложен по гребню плотины и правому борту хвостохранилища. Количество одновременно работающих выпусков – 8-12 шт, оборудованных задвижками и резиновыми шлангами.

Для контроля за уровнем фильтрационного потока установлены пьезометры. Перехват фильтрационных вод производится дренажной

траншеей с подачей в насосную станцию и далее в систему водооборота. В водооборот поступает в полном объеме сброс стоков хвостохранилища.

В левом борту лога расположен канал для отвода от хвостохранилища ливневых и талых вод.

Блок – схема. Технологический процесс.

Рисунок 1. ККД, УМИ.

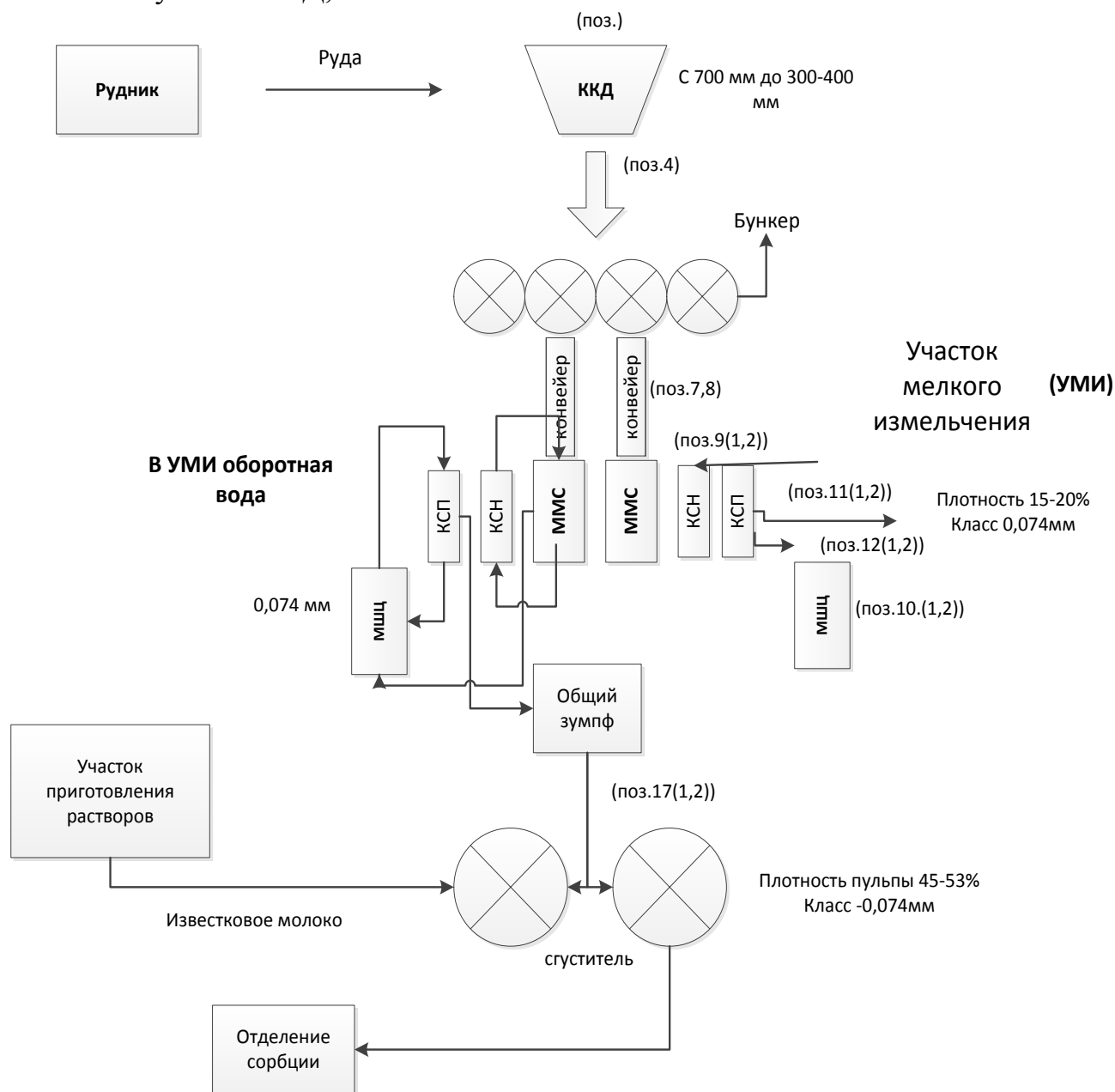


Рисунок 2. Отделение сорбции.

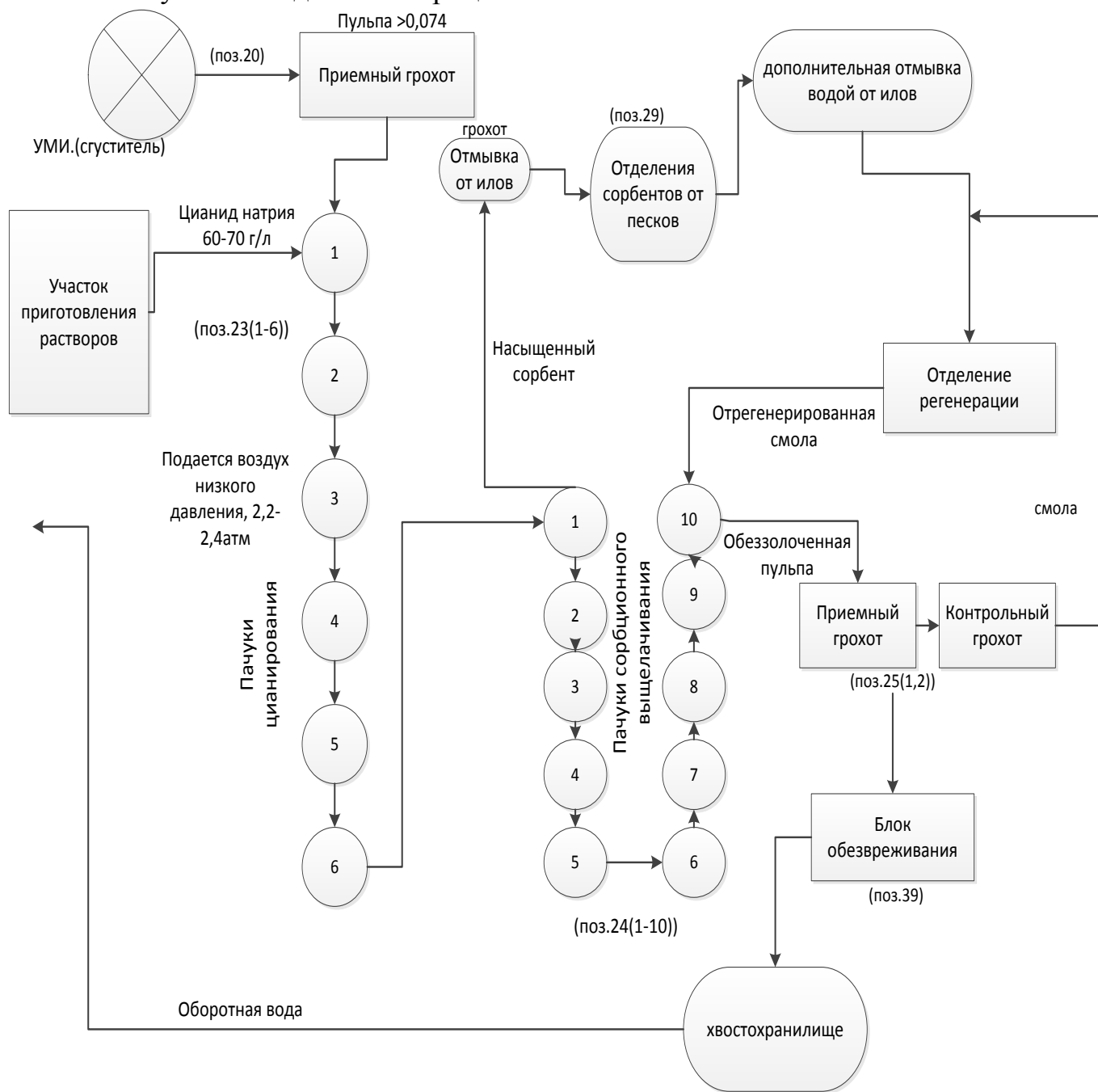
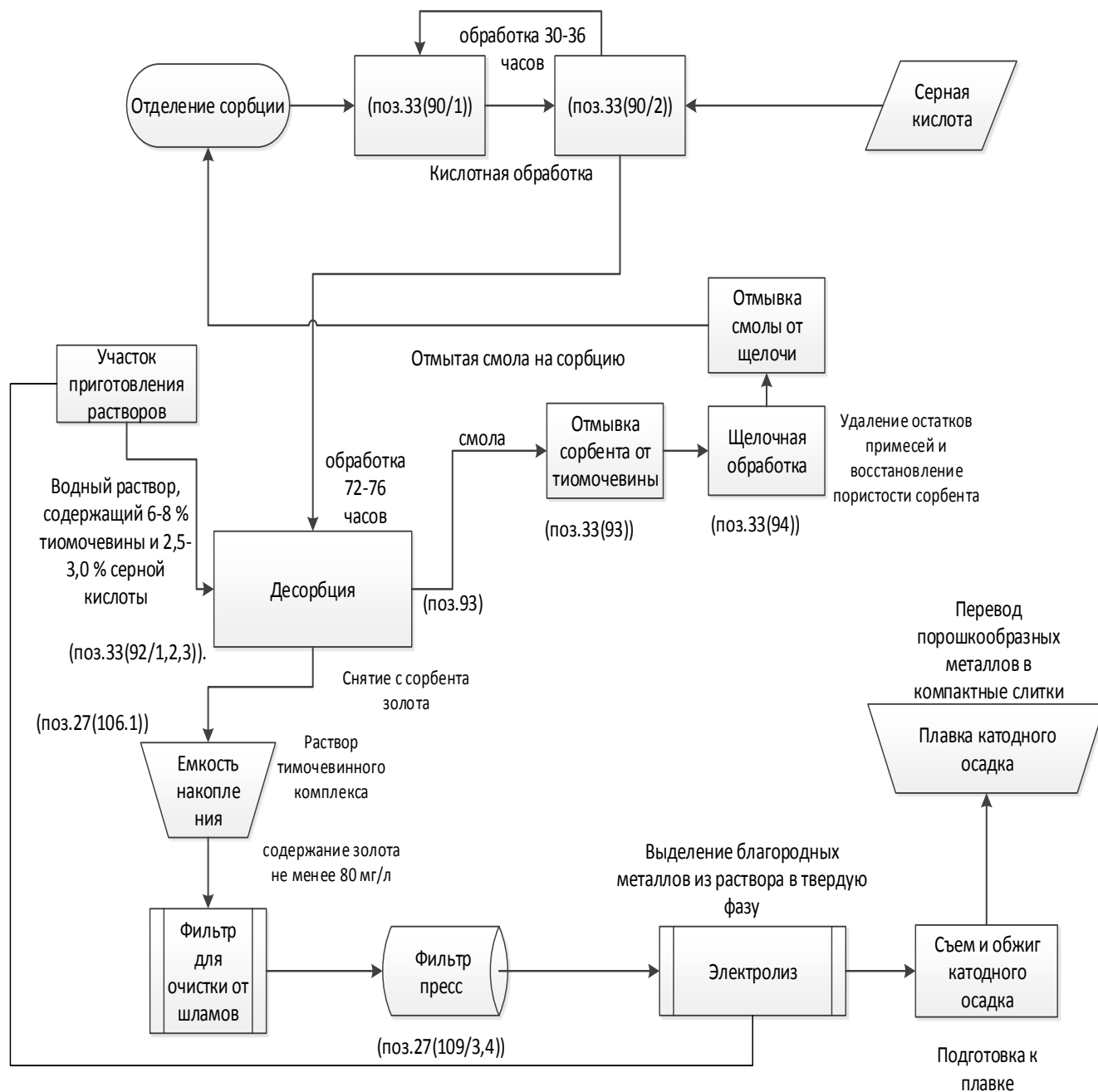


Рисунок 3. Отделение регенерации.



2.3.2. Применяемое оборудование для переработки руды на золотоизвлекательной

Оборудование дробильного отделения.

№ поз. нааппар. схеме	Наименование оборудования	Характеристика Оборудования
1	Приемный бункер	Объем – 250 м.куб. Футерка броней, тощиной
2	Пластинчатый питатель ПТ – 118	Питатель пластинчатый тяжелого типа 1800x9000 мм

3	Дробилка СМД-118 1200х1500	Приемное отверстие 1200х1500 мм Выходная щель 1500 мм Производительность 580 т/ч
4	Конвейер ленточный №1	Длина 110 м, ширина 1400 мм
5	Промежуточный бункер №1, 2, 3, 4.	Объем – 150 м.куб. Футовка броней, толщиной
6	Пласт-ный питатель ТК - 15	
7	Конвейер №3	Длина 80 м, ширина 1400 мм
8	Конвейер №4	Длина 80 м, ширина 1400 мм

Измельчительное отделение.

№ поз. нааппар. схеме	Наименование оборудования	Характеристика Оборудования
9	ММС 2,3х5, № 1, 2	Мельница «Каскад» ММС-50-23р 2300х5000
10	МЩЦ 3,2х4,5 № 1, 2	Мельница шаровая с центральной разгрузкой 3200х4500
11	Классификатор 1КСН- 24Б № 1, 2	2400х13400 с не погруженной спиралью
12	Классификатор 1КСП- 24 № 1, 2	2400х13400 с погруженной спиралью
13	Насосы НПБР-180	
14	Насосы ГРК-5	
15	Гидроциклон ГЦР-500	Диаметр 500 мм с резиновой футовкой
16	Гидроциклон ГЦР-360	Диаметр 360 мм с резиновой футовкой

Участок сгущения.

№поз. нааппар. схеме	Наименование оборудования	Характеристика Оборудования
17	Сгуститель Ц – 50, № 1, 2	Диаметр 50 м. с центральным приводом F осаждения = 1963 м/кВ.
18	Насос ПРВ - 315	
19	Насос ПРВ – 150 № 1, 2	

20	Насос 5ГРК-8 № 1, 2	
----	---------------------	--

Отделение сорбции.

№ поз. нааппар. схеме	Наименование оборудования	Характеристика Оборудования
21	Приемный грохот ГИЛ – 32 № 1, 2	Грохот инерционный наклонный 1250x2500 мм.
22	Щепоотделительный грохот	Площадь сита 3,5 м/кв.
23	Пачук цианирования № 1, 2, 3, 4, 5, 6.	Объем – 210 м.куб. размер 3500x16500
24	Пачук сорбции № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	Объем – 100 м.куб. S сита 4,2 м/кв. размер 3500x16500
25	Контрольный грохот ГИЛ32 № 1, 2	Грохот инерционный наклонный 1250x2500 мм
26	Грохот вибрационный ГВ - 06	Грохот вибрационный 1200x500 F = 0.6 м.кв.

6.1.5. Отделение регенерации

№ поз. нааппар. схеме	Наименование оборудования	Характеристика Оборудования
27	Емкость для растворов № 85, 87, 88, 106, 109, (1,2,3.4), 126(1,2), 138, 134.	Аппарат вертикальный цельносварной Объем 6 – 10 м.куб.
28	МОД – 2М	Отсадочная машина 2-х камерная F = 2 м2
29	СКО – 2	Стол концентрационный, S = 2 м2
30	Аэролифт	Q = 5 м3/час
31	Насос X8-18Т-С № 1, 2.	Q = 12 м3/час
32	Насос X20/31Т-С № 1, 2, 3, 4	Q = 20 м3/час
33	Колонка № 89, 90(1, 2), 91, 92(1,2,3), 93, 94, 95	Колонка регенерационная Диаметр – 820, высота – 70 м.

6.1.6. Блок обезвреживания.

№ поз. нааппар. схеме	Наименование оборудования	Характеристика Оборудования
34	Мельница МШР 1500x1500	Производительность 1,86 т/час
35	Классификатор 1КСН-5	

36	Насос ПРВ-315 № 1, 2	
37	Насос ПРВ-150 № 1, 2	
38	Насос ПРВ-100 № 1, 2	
39	Контактный чан КЧ № 1, 2	Объем 5 м/куб.
40	Испаритель	
41	Эжектор	

6.1.7. Хвостовое хозяйство.

№поз. нааппар. схеме	Наименование оборудования	Характеристика Оборудования
42	ЭЦВ 10-63/110	Производительность 63 м3/час
43	ЦНС 180-170 № 1, 2	Производительность 180 м3/час Н = 170
44	К100-65-200 № 1, 2	Производительность 100 м3/час Н = 50
45	Пульповод	Труба стальная, диаметр 219 мм

2.4. Характеристика источников выбросов в атмосферу.

Основными источниками выделения вредных веществ на предприятии являются: работы связанные с добычей руды и ее транспортировкой, процессы переработки руды (шихтовка, дробление, реагентное извлечение золота из руды, нейтрализация отходов), анализ проб руды, склад ГСМ и ремонтно-механическое оборудование.

Основными источниками выделения вредных веществ на участках открытой и подземной разработки месторождения являются следующие процессы:

- пыление отвалов некондиционных руд,
- загрузка самосвалов КРАЗ бедной рудой экскаватором,
- транспортировка руды с месторождения до рудного склада ЗИФ,
- буровые работы в руднике стационарным станком КБУ и ручным НКР и взрывные работы в штольнях,
- загрузка вагонеток рудой погрузчиком и скреперами,
- на эстакаде выгрузка руды из вагонеток у портала штолен №11 и №6

и ее хранение до загрузки,

- капитальный перепуск руды с горизонта штольни 7 на горизонт штольни 6,

- загрузка руды, выгруженной из штолен, в автосамосвалами с использованием автопогрузчика БЕЛАЗ,

- вспомогательные работы в боксах при АБК, включающие в себя электро- и газосварку деревообработку, металлообработку на заточных, сверлильном, фрезерном и токарных станках,

- подготовка проб руды измельчением для лаборатории комбината,

- сжигание угля в 2-х котельных, расположенных возле АБК,

- разгрузка, хранение и транспортирование угля,

- разгрузка золы, образовавшейся в котельных,

- очистка сточных бытовых вод отстаиванием.

Выброс ВХВ, образующихся в руднике (буровзрывные работ и погрузка в вагонетки), осуществляется через два восстающих, организованных для четырех горизонтов штолен № 3, 6, 7 и 11.

Без организации выброса выделяются:

- пыль неорганическая с содержанием кремния 20-70 % при погрузочных работах на рудных складах и транспортировке руды,

- пыль неорганическая с содержанием кремния <20 % (по данным геологических изысканий, более карбонатные породы) при погрузочных работах на складе некондиционных руд,

- сварочные аэрозоли, пыль металлическая и абразивная, пыль древесная, пары эмульсии из помещений вспомогательных боксов АБК.

Выбросы углеводородов со склада ГСМ частично организованы через запорную арматуру сливного отверстия, большей частью неорганизованны, т.к выбросы образуются и от негерметичностей насосного оборудования и от проливов топлива.

Выбросы породной пыли от 2-х помещений пробоподготовки организованы, из помещения №1 выброс организован через очистное

устройство с коэффициентом очистки до 80 %.

При хранении отвалов пустых пород выбросы не просчитывались, так как согласно инженерно-геологических исследований на поверхности отвалов образуется корка толщиной от 0,5 до 3 см, цементация происходит за период от 6 до 24 месяцев, а с периода окончания отсыпки отвалов прошло уже много лет.

Участок дробления и рудный склад

Основными источниками выделения пыли неорганической на данном участке являются следующие операции.

- разгрузка руды с машин на рудном складе и хранение руд (Ист. №41-42),
- загрузка руды в приемный бункер ККД (Ист. №43),
- перевалка руды бульдозером (Ист. №44),
- дробление руды на щековой дробилке (закрытое помещение, сухое дробление (Ист. №45),
- дробление, транспортировка и другие операции, имеющие негерметичности в помещении ККД (Ист. №46),
- перегрузка руды на участках дробления и транспортирования (питатель установленный в корпусе дробления и 4 подземных питателя) (Ист. №47-48).

Участок УМИ, по сути, подготавливает руду «мокрым» способом, что позволяет избежать пылевыведения при измельчении.

Организованными источниками выбросов на данном участке являются выбросы пыли выделяющиеся при дроблении и перегрузке руды в зданиях ККД. Очистка выброса пыли, образующейся при дроблении на щековой дробилке, планируется в перспективе.

Золотоизвлекательная фабрика

Основными источниками выделения цианистого водорода, хлора и серной кислоты на данном участке являются:

- емкостное оборудование отделений цианирования, сорбции, регенерации, электролиза, гравитации и участков обезвреживания стоков и приготовления цианистого натрия и хлорной извести (пачуки, зумпфы, колонны, смесители) (Ист. №49-54,57,59),

- насосное оборудование на участках приготовления реагентов (Ист. № 56,60),

- насосное оборудование на участке сгущения хвостов (Ист. №58),

- открытая водная поверхность хвостохранилища, в котором происходят процессы дальнейшего природного разложения цианидов (Ист. № 96).

Все емкостное оборудование фабрики и участков блока обезвреживания оборудовано вентиляционными системами. Все выбросы хлора, синильной и серной кислоты от операций внутри ЗИФ организованы без очистки. Выбросы циан-водорода с поверхности хвостохранилищ неорганизованы. Выбросы, образующиеся из-за негерметичностей оборудования (насосов), также не организованы. Контроль выделения синильной кислоты производится при помощи регулирования pH среды, температурой растворов и замещением цианистого натрия тиомочевинной (там где это возможно).

Источником выделения пыли извести является процесс ссыпки негашеной извести на складе и в бункер и далее на ленточный питатель. Бункер и ленточный питатель оснащены отсосами вытяжной вентиляции, в перспективе планируется подсоединить вытяжной газопровод к очистному устройству (Ист. № 62-63).

Основными источниками выделения ВХВ при ремонте заводского оборудования являются: 6 постов электродуговой сварки и заточной станок. Выбросы сварочных аэрозолей и пыли абразивной организованы через крышной вентилятор ЗИФ (Ист. № 67).

Лаборатория

Источниками выделения пыли неорганической лаборатории являются истератели и дробилки в помещении пробоподготовки (Ист. № 67).

Источниками выделения хлора и диоксида азота являются разлагаемые на электроплитах анализируемые растворы (Ист. № 64,66).

Источниками выделения диоксида азота являются шкаф с емкости и оборудованием для розлива азотной кислоты (Ист. № 65).

Источниками выделения пыли, взвешенных веществ, соединений свинца и оксида углерода являются плавильные печи, шихтование проб, приготовление шихты и изготовление тиглей (Ист. № 66).

Ремонтное оборудование вспомогательного производства

Источниками выделения ВХВ (пыли металлической и абразивной, сварочных аэрозолей, эмульсола, взвешенных веществ, углеводородов, продуктов горения угля) являются сварочные работы, дробление флюса, печи обжига и сушки пропитанных лаком обмоток, металлообработка, обкатка моторов и кузнечные работы. Организованными являются выбросы от кузнечного горна, от печей обжига и сушки, а также с системой пылеочистки от заточного станка (Ист. № 71-85).

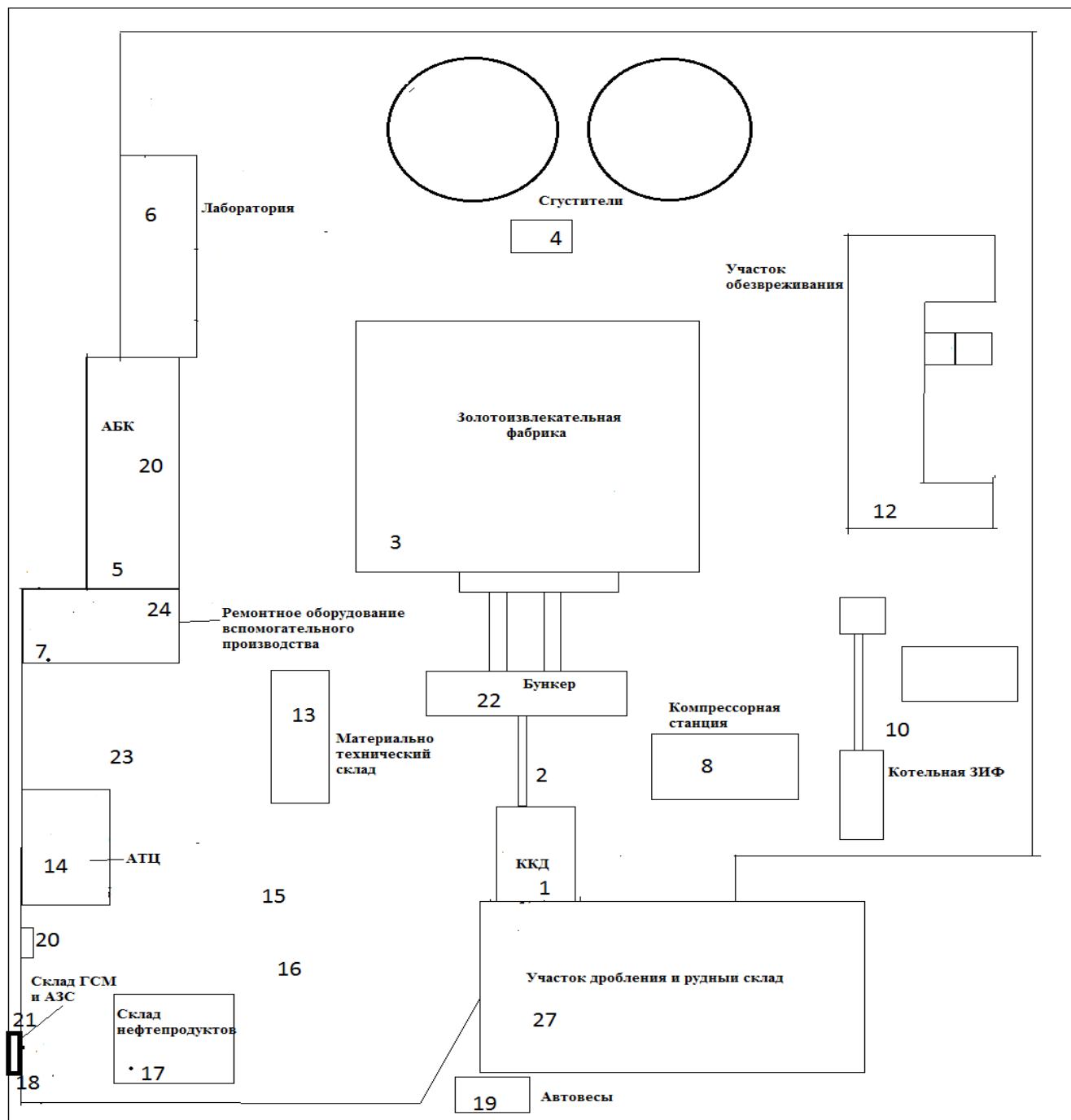
АТЦ: источниками выделения ВХВ (сварочные аэрозоли, пары бензина и эмульсола, металлическая и абразивная пыль, взвешенные вещества) являются металлообрабатывающие станки, вулканизация шин, обточка резиновых деталей и газо и электросварочные работы. Источники выбросов ВХВ АТЦ неорганизованы, за исключением медницкого участка. Пыле-газоочистного оборудования на территории АТЦ нет (Ист. № 86-91).

Котельная ЗИФ: При работе котельной в отопительный сезон в атмосферу выделяются продукты горения угля. Выбросы ВХВ организованы через вытяжную вентиляцию и систему очистки от золы, представленной осадительной камерой со средним коэффициентом очистки 80 %. В процессе разгрузочных работ на складе и при хранении угля в атмосферу выделяется пыль угля (по пыли неорганической с содержанием диоксида кремния 20-70

%). В процессе вывоза образующегося золошлака при ссыпке в машину выделяется зола, выделения золы при сдувах не происходит, так как хранения золы при котельной нет (Ист. № 68-70, 93-94).

Склад ГСМ и АЗС: На АЗС рядом с АТЦ находятся емкости для хранения ГСМ и осуществляется заправка транспорта бензином, дизельным топливом и маслом, при этом в атмосферный воздух выделяются сероводород, смесь углеводородов предельных C1-C5, C6-C10, C12-C19, а также предельных и циклических (Ист. № 92).

Рисунок 4. Карта-схема производства, источники выбросов.



1. Дробильное отделение со складом не дробленной руды.
2. Транспортерная галерея
3. Главный корпус фабрики.
4. Сгустители.
5. АБК.
6. Лабораторный корпус (химлаборатория)

7. Ремонтно-механическая мастерская и открытая площадка с козловым краном.
8. Компрессорная станция.
9. Вентиляторная градирня.
10. Площадка котельной (не работает)
11. Главная понижающая подстанция 35/5кв.
12. Блок обезвреживания и приготовления реагентов с расходными складами СДЯВ и извести.
13. Материально-технический склад.
14. Гараж с профилакторием.
15. Открытая стоянка автомашин с воздухоподогревом.
16. площадка для мойки машин.
17. Склад нефтепродуктов.
18. Автозаправочная станция.
19. Автовесы.
20. Проходная.
21. Сливно-наливная площадка.
22. Бункерское отделение.
23. Склад.

2.4.1. Эколого-экономическая оценка воздействия на окружающую среду

В процессе производственной деятельности комбинат «Макмалзолото» воздействует на окружающую среду за счет выбросов вредных химических веществ в атмосферу, сбросов сточных вод и размещения твердых отходов. Производственная и хозяйственная деятельность предприятия осуществляется на 2-х площадках: **руднике «Макмал» и ЗИФ.**

Первый источник загрязнения – вещества, загрязняющие атмосферу и выбрасываемые источниками предприятия, разделяются на

твердые и газообразные. Наиболее агрессивными являются соединения, которые имеют следующие коэффициенты агрессивности A :

Свинец	- $A = 3333$;
Марганца оксиды	- $A = 1000$;
Меди оксид	- $A = 500$;
Фтористый водород	- $A = 200$;
Циана водород	- $A = 100$;
Сероводород	- $A = 125$;
Фториды	- $A = 33,33$;
Хлор	- $A = 33,33$;
Оксиды железа	- $A = 25$;
Диоксид азота	- $A = 25$;
SiO_2 20-70 %	- $A = 10$;
Серная кислота	- $A = 10$;
Взвешенные вещества	- $A = 6,6$;
Углеводороды	- $A = 0,66$;
Оксид углерода	- $A = 0,33$.

Годовая масса выбросов вредных веществ в атмосферу в целом по комбинату «Макмалзолото» составляет: 62,3425594 т/год.

Согласно расчетов ПДВ наибольший вклад в годовой выброс дает:

- оксид углерода – 21,616521 т/год, что позволяет 34,67 % от большей массы,
- сернистый ангидрид – 14,697 т/год (23,57 %),
- зола – 10,52094 т/год (16,88 %)
- пыль неорганическая с содержанием SiO_2 , 20-70% - 7,173763 т/год (11,51 %),
- хлор – 3,00156 т/год (4,81 %).

Данные вещества, как следует из выше приведенного перечня, по химической природе имеют значения агрессивности от умеренных величин до минимальных, т.е. от 33 до 0,33 соответственно.

Вклад веществ с высоким коэффициентом агрессивности незначительный от общей массы выбросов. Данные вещества согласно расчетов рассеивания полностью оседают на территории промплощадки ЗИФ и рудника.

Наиболее агрессивными являются:

- свинец – 0,0004 т/год или 0,0006% от общей массы выброса;
- марганца оксиды – 0,0011 т/год – 0,00176% от общей массы;
- фтористый водород – 0,00328 т/год – 0,0053% от общей массы;
- меди оксид – 0,00002 т/год – 0,00003% от общей массы;
- циана водород – 0,28365 т/год – 0,45% от общей массы.

Расчет рассеивания, приведенный в томе ПДВ, показал, что активная зона загрязнения от выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ приходится на территорию промплощадок и укладывается в санитарно-защитные зоны каждой площадки (от 100 до 1000 м).

На основании санитарных правил СанПиН 2.2.1/2.1.1.006-03 санитарно-защитная зона для комбината «Макмалзолото» составляет:

- мастерские и другая инфраструктура рядом с АБК – 100 м,
- участки добычи руды, включающих в себя подземную разработку – СЗЗ не менее 500 м, отвалы пустых пород и рудные склады - СЗЗ не менее 500 м;
- перерабатывающий комплекс (участок ЗИФ, вспомогательное производство, хвостохранилище) – СЗЗ не менее 1000 м,

Наибольший выброс цианид водорода происходит с карты хвостохранилища, ЗИФ дает 88,8 % от общего выброса циан водорода. Циан водород также имеет один из наиболее высоких коэффициентов агрессивности.

Согласно научно-исследовательских данных, разработанных для аналогичных производств [9 – 11] благоприятным фактором при оценке

воздействия на окружающую среду данным веществом является его неустойчивость в атмосферном воздухе. Согласно ряда исследований синильная кислота, попадая в атмосферу, разлагается на компоненты, из которых, в основном, состоит воздух: N_2 , CO_2 , H_2O , причем продолжительность пребывания синильной кислоты в атмосфере не превышает 5-10 минут. Механизм разложения синильной кислоты в атмосфере носит каталитический характер. Существует два предположительных механизма разложения, по которым, в одном случае, роль катализатора выполняет присутствующая в атмосфере в малом количестве перекись водорода, по другому, в качестве катализатора выступает озон.

Вторым источником загрязнения окружающей среды являются **сточные воды**, образующиеся в процессе деятельности комбината «Макмалзолото». Существует три вида сточных вод: хозяйственные, производственные и поверхностные.

Бытовые сточные воды образуются при эксплуатации на территории промплощадок водопроводных кранов, столовых, душевых и прочих устройств хозяйственно-питьевой деятельности людей.

Данные воды сбрасываются на сооружения механической и биологической очистки, расположенные на следующих площадках: рудник, ЗИФ и посёлок Казарман. После очистки сброс сточных бытовых вод осуществляется с площадки рудника в ручей Макмал, с площадки ЗИФ на рельеф и от пос. Казарман в реку Нарын. В 2011г. общий объем сбрасываемых на очистные сооружения бытовых сточных вод составляет $114,3+25,49+162,3=302,09$ тыс.м³/год.

На очистных сооружениях проводятся постоянные работы по поддержанию эффективности очистки, а также осуществляется контроль за качеством очистки как собственной лабораторией, так и районной СЭС.

Для сбора хозфекальных нечистот на промплощадке рудника сооружены бетонированные ямы выгребов. Объем образующихся фекальных

сбросов рассчитан согласно СНиП 2.04.03-85 и составляет 135 м3/год.

Производственные сточные воды образуются в процессе извлечения золота из руды на ЗИФ, охлаждения компрессоров и различных промывок. Сточные воды от фабрики в виде пульпы поступают в ложе хвостохранилища, где после осаждения твердой фракции, осветленные воды возвращаются на фабрику. Система оборотного водоснабжения позволяет контролировать уровень заполнения карты хвостохранилища и экономить на потреблении чистой артезианской воды для нужд ЗИФ. В 2011 г. Объем сбрасываемых на хвостохранилище производственных сточных вод составляет 366,81 тыс.м3/год.

На руднике сточные воды штольни №6 по своей специфике загрязнены только взвешенными веществами, сульфатами и веществами азотной группы. После отстаивания в специальном кассетном отстойнике подземные воды сбрасываются в реку Макмал. В 2011 г объем сбрасываемых подземных вод составил 70,64 тыс.м3/год.

Поверхностные сточные воды образуются в результате смывания дождевой и талой водой примесей, скапливающихся на территории, на крышах, стенах зданий. Основными примесями этих вод являются твердые частицы, песок, камень, остатки растений. Поверхностные воды по естественному уклону стекают в долины рек Макмал и Кок-Арт.

Третьим источником загрязнения окружающей среды являются твердые отходы, образующиеся на территории предприятия – это бытовые отходы, включающие в себя отходы бумаги, пищевые отходы и прочее, которые складировются на руднике в специальные ямы, закрытые сверху плитами перекрытия и на фабрике на специальные перегороденные площадки. Объем образующихся бытовых отходов принят согласно норм СНиП 3-01-95 КР и составляет 91,77 т/год. Бытовые отходы вывозятся на свалку.

Отходы, которые образуются после переработки руды и поступающие в виде пульпы на хвостохранилище, являются промышленным продуктом, так как содержание золота в них достаточно высоко и в дальнейшем возможна их переработка. Твердая часть пульпы представлена измельченной до класса 0,074 мм рудой, добываемой на месторождении «Макмал» и недопалом извести, вводимым в процесс. Жидкая часть пульпы представлена водой, содержащей химические реагенты, используемые на фабрике. Жидкая часть после отстаивания полностью забирается в водооборотную систему ЗИФ. Объем складированного промпродукта в 2011 г. составляло 290,192 тыс.т/год, в том числе объем цианидов (выпавших в осадок) – 0,734 т/год.

Вскрышные породы, которые были складированы в 1986г. в отвалы на карьере, не являются отходами, так как их размещение временно. После отработки месторождения вскрышные породы будут использоваться для рекультивации. По своему составу они не являются токсичными и не содержат кислотообразующих элементов.

Пустые породы карьера также не являются отходами предприятия, их размещение является временным, так в настоящее время и в дальнейшем породы используются как сырье ЗИФ.

Для размещения образующих твердых отходов ЗИФ (металлического лома, опилок, золошлака ТЭЦ, ветоши, бочек и другой тары из-под реагентов) организован полигон рядом с территорией ЗИФ и рудным складом. Объем размещаемых отходов в 2011 составил 489,33 т/год.

В соответствии с видовым составом и количеством загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу, предприятие по двум основным промышленным площадкам относится ко 2-ой категории опасности.

В соответствии с характером деятельности предприятия в отношении сточных вод и с объемом сточных хозяйственно-бытовых вод, сбрасываемых объектами предприятия, предприятия по двум сборам сточных вод относится ко 2-ой категории опасности, и по двум сбросам сточных вод относится к 1 – ой категории опасности (см. табл. 26.3, прил. 1).

В соответствии с характером деятельности предприятия в отношении отходов и с количеством образующихся отходов по двум видам отходов комбинат относится к 1-й категории опасности, и по 1-му виду относится ко 2-ой опасности.

В соответствии со статьей 17 Закона КР «Общий технический регламент по обеспечению экологической безопасности в КР» устанавливается общий показатель категории опасности (КОП) предприятия по наиболее опасному виду из образующихся на предприятии загрязнений. Таким образом, комбинату «Макмалзолото» устанавливается общий показатель КОП, равный 1.

Глава 3. Обезвреживание воздушных смесей с пачуков цианирования в отделении сорбции с помощью растворов гипохлорита натрия.

При цианировании пульпы растворяются благородные металлы с помощью разбавленных растворов цианистого натрия в присутствии кислорода воздуха. Перешедшие в раствор золото и серебро сорбируют в дальнейшем ионообменными смолами, в частности, анионитом.

Процесс цианирования и сорбции идет по одной линии постоянно, который состоит из шести пачуков цианирования и десяти пачуков сорбции. Для перемешивания пульпы в пачуки цианирования подается воздух низкого давления, поступающий по системе трубопроводов из компрессорного участка. Распределение воздуха в пачуке осуществляется с помощью диспергаторов, установленных в нижней части каждого пачука. Давление воздуха в системе должно составлять 2,2-2,4 атм. Для поддержания необходимой концентрации цианида натрия в первый пачук цианирования подведен раствор цианистого натрия концентрации 60-70 г/л, который подается из напорной емкости.

Из пачуков цианирования и сорбционного выщелачивания при растворении пульпы происходит выделение пары цианистого водорода и пары щелочи.

Синильная (цианистоводородная) кислота, цианистый водород, HCN — бесцветная, очень летучая, легкоподвижная ядовитая жидкость, имеющая характерный запах.

Предельно допустимая концентрация цианистых соединений (ПДК) 0,3 мг/м³ в воздухе рабочей зоны, 0,01 мг/м³ в атмосферном воздухе, 0,1 мг/л в воде.

Концентрацию цианистого водорода определяют газоанализатором ФГЦ. Содержание цианистого натрия в воздухе рабочей зоны измеряют фотоколориметрическим пиридинбензиновым методом. По

степени воздействия на организм цианиды относят к веществам 2-го класса опасности.

3.1. Теория электрохимического получения гипохлорита натрия. Основные процессы протекающие при получении гипохлорита.

Гипохлорит натрия - химическая формула NaOCl, неорганическое соединение, натриевая соль хлорноватистой кислоты. Соединение в свободном состоянии неустойчиво, обычно используется в виде водного раствора, имеющего характерный хлорный запах. Обладает высокими коррозионными свойствами.

Соединение является сильным окислителем. Обладает антисептическим и дезинфицирующим действием.

Гипохлорит натрия в основном используется для получения промышленного и бытового отбеливателя и средства дезинфекции, в городских системах водоканалов - в качестве средства очистки и обеззараживания воды, на некоторых производственных предприятиях - в качестве окислителя для некоторых производственных процессов. Также применяется в медицине, пищевой промышленности, сельском хозяйстве в качестве бактерицидного и стерилизующего средства.

Электрохимический способ получения ГПХН основан на получении хлора и его взаимодействии со щелочью в одном и том же аппарате электролизере. Если вести электроду раствора NaCl в ванне без диафрагмы, то на катоде будет выделяться водород и образовывается щелочь [1],



а на аноде – разряд ионов хлора;



Образующийся на аноде хлор растворяется в электролите и взаимодействует со щелочью, дает гипохлорит,



Второй OH⁻ расходуется на нейтрализацию соляной кислоты,



Протекании суммарной реакции электролиза;



3.2. Оборудование для получения гипохлорита натрия и оборудование для обеззараживания воздушных сдувок.

Назначение, области применения:

Получения гипохлорита натрия (на месте) и обеззараживание воздушных сдувок с пачуков цианирования и сорбционного выщелачивания.

Описание разработки:

Предлагается оборудование для обеззараживания воздушных сдувок, содержащих цианистый водород (синильная кислота), и электролизер для получения гипохлорита натрия на месте (NaClO). Электролизеры изготавливаются с графитовыми или титановыми электродами, покрытыми оксидом рутения. Метод получения гипохлорита – электролиз раствора поваренной соли (NaCl). Гипохлорит натрия - химическая формула NaOCl , неорганическое соединение, натриевая соль хлорноватистой кислоты [4]. Соединение в свободном состоянии неустойчиво, обычно используется в виде водного раствора, имеющего характерный хлорный запах. Обладает высокими коррозионными свойствами.

В состав оборудования входят:

- абсорбционная колонна,
- электролизер;
- бак для растворения поваренной соли;
- бак-накопитель раствора гипохлорита;
- центробежный химически стойкий насос №1-№2;
- источник тока;
- шкаф управления;
- система вентиляции;

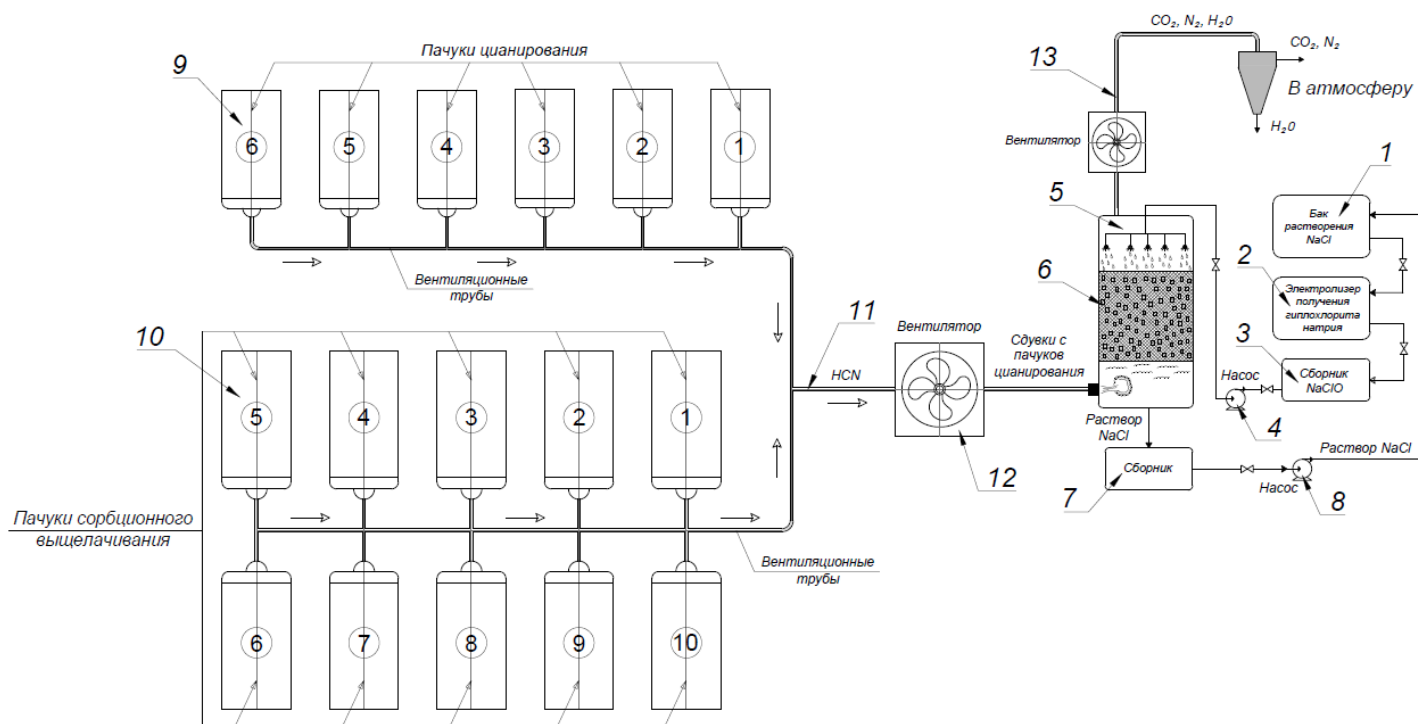


Рисунок 5. Схема обеззараживания воздушных ductов с пачуков цианирования и сорбционного выщелачивания.

1 – бак для растворения хлорит натрия (поваренной соли), 2 – электролизер для получения гипохлорита натрия, 3 – бак накопитель для раствора гипохлорита натрия, 4 – центробежный химически стойкий насос №1, 5 – разбрызгатели раствора, 6 – среда, 7 – сборник для слива использованного раствора (хлорит натрия), 8 – центробежный химически стойкий насос №2, для подачи в бак для растворения хлорит натрия, 9 – пачуки цианирования (1-6), 10 – пачуки сорбционного выщелачивания, 11 – вентиляционные трубы, 12 – Вентилятор центробежный пылевой ЦП7 -40, 13 – вентиляционная труба.

Абсорбционная колонна – тепло массообменный аппарат для разделения газовых смесей, путём избирательного поглощения их отдельных компонентов жидким абсорбентом.

Оборудование работает по следующей схеме:

В бак-растворитель загружается поваренная соль, и туда же заливается вода. С помощью насоса раствор перемешивается до получения раствора с плотностью $1,06-1,07 \text{ г/см}^3$ (100-120 г/л). Плотность определяется

по ареометру. При необходимости добавляется соль или вода. Полученный раствор перекачивается из бака-растворителя в ванну электролизера до уровня, определяемого переливным патрубком. На пакет электродов подается напряжение от выпрямителя. Под действием тока в узких зазорах между электродами происходит электролитическое разложение поваренной соли с образованием гипохлорита натрия. После проведения электролиза полученный раствор гипохлорита натрия через вентиль сливается в сборник №1 и раствор подается с помощью насоса в абсорбционную колонну

В абсорбционную колонну из вентиляционной трубы с помощью вентилятора подается циан водород (HCN). В абсорбере происходит реакция циан водорода с гипохлоритом натрия, при этом происходит обеззараживания воздуха. Цианводород разлагается до углекислого газа и азота, а гипохлорит до хлористого натрия. После отработанный раствор хлористого натрия (NaCl) самотеком поступает в сборник №2 и с помощью насоса подается в бак растворитель для повторной обработки.

3.2.1 Расчет количества гипохлорита натрия, необходимого для обезвреживания циансодержащих газообразных выбросов

- циана водород – 0,28365 т/год – 0,45% от общей массы/

Если 0,28365 т/год

$0,28365 \cdot 1000 = 283,65 \text{ кг/год}$

$283,65 \cdot 1000 = 283650 \text{ гр/год}$

$283650 \cdot 1000 = 283650000 \text{ мг/год}$

$283650000 / 365 \text{ дней} = 777123,288 \text{ мг/сутки}$

$777123,288 / 24 \text{ часа} = 32380,1370 \text{ мг/час}$

$32380,1370 / 60 \text{ мин} = 539,6689 \text{ мг/мин}$

$539,6689 / 60 \text{ сек} = 8,9944 \text{ мг/сек}$

Если 8,9944 мг/16(пачуков)=0,56215 мг/сек с каждого пачука.

ПДК 0,3 мг/м³ в воздухе рабочей зоны, 0,01 мг/м³ в атм. воздухе, 0,1 мг/л в воде.

А если $283650000 \text{ мг.год} / 0,3 (\text{ПДК}) = 945500000 \text{ мг/м}^3$

$$945500000/365\text{дней}=2590410,96\text{мг/м}^3$$

$$2590410,96/24\text{часа}=107933,79\text{мг/м}^3$$

$$107933,79/60\text{мин}=1798,89\text{мг/м}^3$$

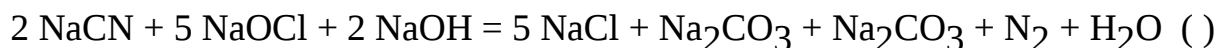
$$1798,89/60\text{сек}=29,9816\text{мг/сек.м}^3 \text{ (ПДК)}$$

Исходные данные:

По данным экологического паспорта предприятия количество цианидов, содержащихся в выбросах - 0,28365 т/год, или 0,777 кг/сутки.

Количества гипохлорита натрия, необходимого для обезвреживания циансодержащих газообразных выбросов рассчитываем по реакции.

Суммарное уравнение реакции обезвреживания цианидов с учётом исключения образования хлорциана:



При этом для безопасного окисления цианидов в растворе необходимо выполнить следующие условия:

- исходная концентрация циан-ионов не должна превышать 10,6 г/л;
- раствор должен иметь pH не менее 10 (опт. pH 11,0-11,5)
- температура раствора в ходе обезвреживания не должна превышать 70 °С.

Продолжительность окисления цианидов гипохлоритами 5-15 мин, при механическом перемешивании 3-5 мин.

Молекулярная масса NaOCl равна 74,5 г.

Молекулярная масса NaCN равна 49 г

Таким образом, исходя из уравнения реакции 1 на обезвреживание 2*49 г цианида натрия необходимо 5*74,5 г гипохлорита натрия.

98 г NaCN - 372,5 г NaOCl

на обезвреживание 0,777 кг цианида натрия необходимо X г гипохлорита натрия.

0,777 кг. NaCN - X кг. NaOCl

X кг. NaOCl = $0,777 * 372,5 / 98 = 2,953$ кг/сутки

Таким образом, с учетом двукратного избытка гипохлорита натрия на обезвреживание суточных выбросов, необходимо около 6 кг / сутки гипохлорита натрия

Содержание гипохлорита натрия в полученном растворе - 8 г/л NaOCl

Объем необходимого раствора NaOCl составит $6000 \text{ г/сутки} : 8 \text{ г/л} = 750 \text{ л/сутки}$

3.2.2 Расчет затрат электроэнергии на производство 6 кг / сутки гипохлорита натрия

На производство 1 кг. гипохлорита натрия необходимо 6,5 кВт*час электроэнергии

Суточный расход электроэнергии $6,5 \text{ кВт*час} * 6 \text{ кг} / \text{сутки} = 39 \text{ кВт*час/сутки}$

Удельный расход поваренной соли на производство 1 кг. гипохлорита натрия - 3,3 кг./кг NaOCl

Суточный расход — $6 \text{ кг} / \text{сутки} * 3,3 \text{ кг./кг NaOCl} = 19,8 \text{ кг. NaCl}$

Суточные затраты на производство гипохлорита натрия

№ пп	Статья затрат	Кол-во	Стоимость единицы, руб.	Суточные затраты, руб.	Годовые затраты, руб.
1.	Сырье				
1.1	Поваренная соль , кг	19,8	10	198	1980
1.2	Вода, куб. м	0,73	21, 84	15,94	7971
1.3	Электроэнергия, кВт*ч/сутки	39	4,5	175руб	64057
	ИТОГО				74008
Затраты на оборудование					
2.	Оборудование	Кол-во	Стоимость единицы, руб		
2.1	Электролизер получения гипохлорита с источником постоянного тока	1	500000		
2.2	Абсорбер	1	150000		
2.3	Вентилятор в химически стойком исполнении	1	25000		
2.4	Насос в химически стойком исполнении	1	35000		
2.5	Прочее оборудование и инструменты (10 % от пп1,2)		75000		
	ИТОГО		785000		

Технические характеристики установки

Основные технические характеристики установки приведены в таблице 1.

Таблица 1. Технические характеристики.

Наименование показателей, единицы	Норма	Примечание
1. Производительность по активному хлору, кг/сутки, в пределах	10-25 %	
2. Исходное сырье	натрий хлористый технический	
3. Удельный расход соли на 1 кг активного хлора, кг, не более	8-10	
4. Плотность электролита (рабочего раствора поваренной соли)	1,06-1,07	
5. Продолжительность цикла электролиза, ч, в	4,5-6	
6. Рекомендуемое число циклов в сутки	4	
7. Концентрация активного хлора в растворе, г/л в пределах	8-12	
8. Рабочее напряжение в ванне, В	40-60 В	
9. Рабочий ток, А, в пределах	130-140	
10. Удельный расход электроэнергии на 1 кг активного хлора, квт. ч, не более	6-10	
11. Электролизер: а) емкость ванны, м ³ б) количество электродов, шт. токопроводящих рабочих в) габаритные размеры (с зонтом вентиляции), мм длина ширина высота г) масса, кг не более	0,33 2 10 1260 1160 1610 137	
12. Бак-накопитель:		
а) емкость, м ³	1,00	
б) габаритные размеры, мм		
длина	1000	
ширина	1000	
высота	1000	

в) масса, кг, не более	50	
13. Установка приемного бака и насоса:		
а) емкость бака, м ³	1,00	
б) насос:	XIIИ-1/10	
г) габаритные размеры, мм		
длина	1000	
ширина	1000	
высота	1000	
д) масса, кг, в пределах	50	
14. Выпрямительный агрегат:		
а) тип	ИПТ-200-100	
б) питающая сеть:		
напряжение, В	380 (+38 -57)	
частота, Гц	50 ±1	
число фаз	3	
в) габаритные размеры, мм		
длина	600	
ширина	400	
высота	500	
г) масса, кг	80	±10%

Примечание: * - массы составных частей установки приведены в сухом виде.

- Продолжительность цикла электролиза при получении 300 л водного раствора гипохлорита натрия - в пределах от 4 до 6 часов.
- Концентрация получаемого водного раствора гипохлорита натрия (ГПХН) - в пределах от 2 до 8 г/л.
- Температура рассола в процессе электролиза - не более 35 °С

Технические характеристики:

- производительность по активному хлору, кг/сутки до 10 ;
- токовая нагрузка, А 75 – 350;
- напряжение на электролизере, В 30 – 50;
- концентрация гипохлорита, г/л 8 – 12;
- температура электролита, 0С, не более 20;
- установочная площадь, кв.м. 15 – 18.

Технические требования.

- Электропитание установки должно осуществляться от трехфазной сети переменного электрического тока напряжением 380/220 В ($\pm 10\%$) и частотой (50 ± 1) Гц.

- Максимальная потребляемая мощность установки не должна превышать 10 кВА.

- Ток электролиза должен регулироваться в пределах от 30 до 150 А при постоянном напряжении от 30 до 60 В и концентрации поваренной соли в воде в пределах от 100 до 120 г/л.

- Производительность установки по активному хлору должна находиться в пределах от 10 до 25 кг в сутки.

- Удельный расход поваренной соли (NaCl) на 1 кг активного хлора, не должен превышать 10 кг.

- Продолжительность цикла электролиза при получении 600 л водного раствора гипохлорита натрия должна находиться в пределах от 4 до 6 часов.

- Концентрация получаемого водного раствора гипохлорита натрия (ГПХН) должна находиться в пределах от 2 до 8 г/л.

- Температура рассола в процессе электролиза не должна превышать 35 °С.

- Установка должна быть герметичной.

Преимущества:

- возможность получения гипохлорита натрия «на месте», отсутствие необходимости в транспортировании и хранении баллонов с хлором;

- низкие затраты на производство гипохлорита.

Выбор вентилятора для вытяжной сети

Вентиляторами называют воздухоудувные машины для перемещения воздуха или других газов. Вентиляторы подразделяют по развиваемому давлению на три группы []:

- низкого давления до 1000 Па

- среднего давления до 3000 Па
- высокого давления более 3000 Па

Вентилятор для сети подбирают по количеству перемещаемого воздуха и полному давлению. Вентилятор необходимо выбирать с максимальным значением к.п.д.

По принципу действия и конструктивным особенностям различают вентиляторы центробежные и осевые. Рассматриваем только центробежные вентиляторы по условиям техники безопасности.

По имеющимся значениям $\square P$ и Q подбираем вентилятор центробежный пылевой типа ЦП 7-40 (рис 16).

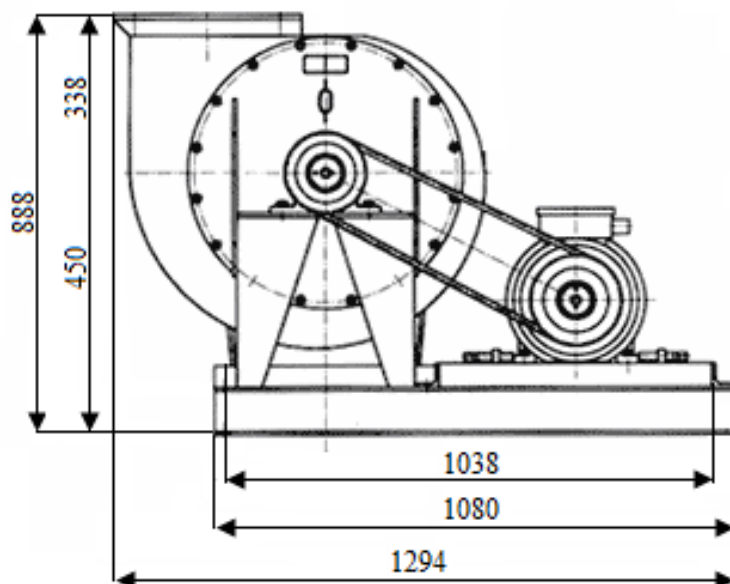


Рис. 16. Вентилятор центробежный пылевой ЦП7 -40.

Вентилятор предназначен для перемещения невзрывоопасных неабразивных пылегазовоздушных смесей с температурой не выше 80°C с содержанием пыли и других механических твердых примесей в количестве не более 1кг/м³ при отсутствии липких веществ и волокнистых материалов (таб. 22)

Таблица 22. Технические характеристики вентиляторов ЦП 7-40.

№ вентилятора	5
Мощность, кВт	7,5
Частота вращения, мин ⁻¹ /час	1500

Глава 4. Финансовый менеджмент ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности (потенциала) разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Целью данного раздела является определение перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

4.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Результатом разработки технологии является разработка принципиальной технологической схемы обезвреживания на золотодобывающих предприятиях. Предлагаем организацию обезвреживания технологических газообразных выбросов с помощью гипохлорита натрия, получаемого в замкнутом технологическом цикле. Такая технология может быть использована в золотодобывающих компаниях с целью снижения техногенной нагрузки на окружающую среду.

4.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. Его применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Анализ проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые

проявились или могут появиться в его внешней среде. Все результаты отображены в SWOT-анализ(Таблица 1).

Таблица 1 - SWOT-анализ

Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Снижение техногенной нагрузки С2. Более низкая стоимость технологии С3. Создание новых рабочих мест	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Новая технология – не все слабости учтены Сл2. Более дорогие коррозионноустойчивые материалы. Сл. 3 Необходимость проведения инструментальных замеров объемов выделения цианосодержащих соединений.
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт В3. Возможность снижения негативного влияния на окружающую среду.	Угрозы: У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства У2. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции У3. Финансирование

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие выявит степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа была построена интерактивная матрица проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 2 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		C1	C2	C3
	B1	+	+	+
	B2	+	+	+

	B3	+	+	+
Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	+	-	-
	B2	+	-	-
	B3	+	-	-
Сильные стороны проекта				
Угрозы проекта		C1	C2	C3
	Y1	+	-	-
	Y2	+	-	-
	Y3	+	+	+
Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	Y1	+	-	-
	Y2	+	-	-
	Y3	-	-	-

После проведенного SWOT-анализа можно сделать вывод, что данная технология имеет преимущества по сравнению с имеющимися разработками: снижение техногенной нагрузки, более долгое использование. Данная технология имеет низкую стоимость, по сравнению с существующими технологиями, что будет способствовать более рациональному использованию средств.

Инициация проекта

4.3.1 Цели и результат проекта

Под заинтересованными сторонами проекта понимаются лица или организации, которые активно участвуют в проекте или интересы которых могут быть затронуты как положительно, так и отрицательно в ходе исполнения или в результате завершения проекта. В таблице 3 приведена информация о заинтересованных сторонах проекта.

Таблица 3 -Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Лаборатория неразрушающего	Разработка и использование новой

контроля ИНК НИИ ТПУ	технологии, которая позволит снизить техногенную нагрузку золотодобывающих предприятий на окружающую среду.
Руководитель	
Исполнитель	
ОАО «Кыргызалтын»	

В таблице 4 представлена информация об иерархии целей проекта и критериях достижения целей. Цели проекта должны включать цели в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Таблица 4 - Цели и результат проекта

Цели проекта:	снижение техногенной нагрузки на окружающую среду.
Ожидаемые результаты проекта:	разработать принципиальную технологическую схему обезвреживания вентиляционных технологических газов
Научная новизна	организация обезвреживания технологических газообразных выбросов с помощью гипохлорита натрия, получаемого в замкнутом технологическом цикле.

4.3.2 Организационная структура проекта

На данном этапе работы решаются следующие вопросы: кто будет входить в рабочую группу данного проекта, определена роль каждого участника в данном проекте, а также прописаны функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте. Эта информация представлена в таблице 5.

Таблица 5 - Рабочая группа проекта

№ п/п	Роль в проекте	Функции	Трудо-затраты, час.
1	Руководитель проекта	Координация деятельности участников проекта	400
2	Исполнитель по проекту	- Анализ технологического процесса с целью выявления вредностей и опасностей производства. - Выбор и описание технологической схемы.	1250

		- Выполнение всех видов расчетов: аппаратных, материальных, экономических и т. п. - Разработка нестандартного оборудования и выбор стандартного. - Разработка графической части проекта.	
ИТОГО			1650

4.4. Планирование управления научно-техническим проектом

4.4.1 Матрица ответственности

Для распределения ответственности между участниками проекта формируется матрица ответственности (таблица 6). Степень участия в проекте может характеризоваться следующим образом: Ответственный (О) – лицо, отвечающее за реализацию этапа проекта и контролирующее его ход. Исполнитель (И) – лицо (лица), выполняющие работы в рамках этапа проекта. Утверждающее лицо (У) – лицо, осуществляющее утверждение результатов этапа проекта (если этап предусматривает утверждение). Согласующее лицо (С) – лицо, осуществляющее анализ результатов проекта и участвующее в принятии решения о соответствии результатов этапа требованиям.

Таблица 6 - Матрица ответственности

Этапы проекта	Руководитель	Исполнитель
Разработка и согласование технического задания	+	+
Изучение литературы		+
Изучение ЗИФа	+	+
Изучение имеющейся на комбинате технологии	+	+
Обзор НТД	+	+
Расчеты	+	+

Расчеты выбросов цианводорода в атмосферу	+	+
Разработка новой технологии (технологической схемы обезвреживания вентиляционных технологических газов с целью снижения техногенной нагрузки на окружающую среду	+	+
Результаты исследования (расчеты экономической эффективности, социальная ответственность)		+
Написание статей и отчетов		+
Оформление отчета		+

4.4.2 Контрольные события проекта

В рамках данного раздела были определены ключевые события проекта, их даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты. Эта информация сведена в таблицу (Таблица 7).

Таблица 7 – Контрольные события проекта

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Инициация проекта	15.09.15	Техническое задание, календарный план
2	Формирование требований к проекту	12.10.15	Исходные данные к работе
3	Разработка	10.11.15 - 19.12.15	Разработка технологии

4	Проведение исследований	10.11.15 - 20.02.16	Исследование и анализ технологии золотодобывающего предприятия Макмалзолото Разработка технологической схемы обезвреживания вентиляционных технологических газов с целью снижения техногенной нагрузки на окружающую среду
4	Оформление результатов	30.04.16	Оформление отчета

4.4.3 План проекта

В рамках планирования научного проекта необходимо построить календарный план проекта. Для этого построим диаграмму Ганта.

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится в виде таблицы 8 с разбивкой по месяцам и неделям за период времени выполнения научного проекта.

Таблица 8 – Линейный график работ

№	Вид работ	Исполнители	Т _к , кал, дн.	Продолжительность выполнения работ																			
				январь			февраль				март				апрель				май				
				2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Разработка ТЗ	Р	2																				
2	Изучение и анализ литературы	М	15																				
3	Проведение консультаций	Р	7																				
4	Изучение документации предприятия	М	7																				
5	Анализ информации полученной на предприятии	М	14																				
6	Предварительные мероприятия, позволяющие провести анализ опасностей	М	21																				
7	Выявление, анализ и оценка опасных производственных факторов	М	7																				
8	Анализ и расчеты производственной социальной ответственности, технико-экономического обоснования НИР	М	21																				
9	Подготовка материалов для НИР	М	10																				
10	Обсуждение полученных результатов	Р	2																				

11	Оформление НИР	М	9																			
12	Сдача НИР	М	1																			

4.5 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета разработки электромагнитно-акустического преобразователя необходимо провести полную оценку всех расходов, необходимых для ее выполнения. Расходы группируются по следующим статьям:

1. расходы на сырье, материалы, покупные изделия;
2. расходы на специальное оборудование;
3. основная заработная плата;
4. дополнительная заработная плата;
5. отчисления в социальные фонды;
6. работы, выполняемые сторонними организациями;
7. накладные расходы.

4.5.1 Расчет затрат на сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты

Проведем расчет затрат на сырье, материалы, покупные изделия. Расчет стоимости материальных затрат производится по действующим прейскурантам. Материалы, необходимые для выполнения ВКР и их стоимость приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Сырье, материалы необходимые для выполнения ВКР

Наименование	Кол-во	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Бумага для оргтехники (А4)	1 шт.	230	230
Канцелярские товары	1 шт.	150	150
USB Flash накопитель	1 шт.	600	600
Краска для принтера	1 шт.	900	900
Всего за материалы			1880
Итого по статье C_m			1880

Кроме приведенных выше материалов, для выполнения ВКР необходима электроэнергия, потребляемая компьютером. Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C_{эл} = T_{эл} \cdot P \cdot t, \quad ()$$

где n – тариф на электроэнергию (2.6 р. за 1 кВт·ч);

P – мощность оборудования (0.2 кВт·ч);

t –время использования оборудования (из расчета работы 3,5 часов в сутки).

Таким образом, суммарные расходы на электроэнергию составляют:

$$C_{эл} = 2.6 \cdot 0.2 \cdot 3,5 \cdot 476 = 866,32 \text{ руб.}$$

4.5.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Специальное оборудование, необходимое для проведения ВКР – компьютер (ПК, монитор, клавиатура, компьютерная мышь, либо ноутбук и компьютерная мышь) общей стоимостью 40000 руб.

Таблица 10 - Перечень затрат на специальное оборудование

№ пп	Наименование	Кол-во, шт.	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
1	Сырье — поваренная соль	500 кг	10 руб/кг	5000
2	Оборудование			
2.1	Электролизер получения гипохлорита с источником постоянного тока	1	120000	120000
2.2	Абсорбер	1	15000	15000
2.3	Вентилятор в химически стойком исполнении	1	6000	6000
2.4	Насос в химически стойком исполнении	1	35000	35000
2.5	Прочее оборудование и инструменты (10 % от пп1,2)			
3.	Электроэнергия			
	Всего за материалы			176500

4.5.3 Расчет основной заработной платы

Проведем расчет основной заработной платы работников, непосредственно участвующих в разработке. Основная заработная плата работника от предприятия определяется по формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{раб}}, \quad (3)$$

где $З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.;

$T_{\text{раб}}$ – продолжительность работ в рабочих днях.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}, \quad (4)$$

где $З_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года (при отпуске в 24 раб.дня $M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя);

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

Месячный должностной оклад руководителя (д.т.н, к.т.н.):

$$З_{\text{мр}} = 27500,96 \cdot 1,3 = 35751,26 \text{ руб.}$$

Месячный должностной оклад магистранта, как учебно-вспомогательного персонала 2-го квалификационного уровня:

$$З_{\text{мм}} = 6543,70 \cdot 1,3 = 8506,82 \text{ руб.}$$

Определим действительный годовой фонд рабочего времени $F_{\text{н}}$ руководителя, исполнителя (магистранта) исходя из того, что они работают по 6-дневной неделе (таблица 11).

Таблица 11 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней	116	116
- выходные дни	96	96
- праздничные дни	20	20
Потери рабочего времени на отпуск	32	0
Действительный годовой фонд рабочего времени	218	250

Среднедневная заработная плата руководителя:

$$З_{\text{дн.р}} = \frac{35751,26 \cdot 10,4}{218} = 1705,56 \text{ руб.}$$

Среднедневная заработная плата исполнителя:

$$З_{\text{дн.и}} = \frac{8506,82 \cdot 12}{250} = 408,32 \text{ руб.}$$

Исходя из количества рабочих, основная заработная плата составит для руководителя:

$$З_{\text{осн.р}} = 1705,56 \cdot 218 = 371\,812,08 \text{ руб.}$$

для исполнителя:

$$З_{\text{осн.и}} = 408,32 \cdot 250 = 102\,080 \text{ руб.}$$

Таблица 12 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	З _м , руб	З _{дн} , руб.	Т _р , раб.дн.	З _{осн} , руб.
Руководитель	35751,26	1705,56	218	371812,08
Исполнитель	8506,82	408,32	250	102080

4.5.4 Расчет дополнительной заработной платы

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала составляет в среднем 12% от суммы основной заработной платы.

Таким образом, дополнительная заработная плата:

для руководителя:

$$З_{\text{д.р}} = 371812,08 \cdot 0,12 = 44617,44 \text{ руб}$$

для исполнителя:

$$З_{\text{д.и}} = 102080 \cdot 0,12 = 12249,6 \text{ руб.}$$

Таблица 13 - Заработная плата исполнителей ВКР

Заработная плата	Руководитель	Исполнитель
Основная зарплата	371812,08	102080
Дополнительная зарплата	44617,44	12249,6
Итого	416429,53	114329,6
Итого по статье С _{зп}	530759,13	

4.5.5 Расчет отчислений во внебюджетные фонды

Отчисления на социальные нужды включают в себя отчисления во внебюджетные фонды: пенсионный фонд, фонд ОМС и т.д. Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды составляет 30%, тогда

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (5)$$
$$C_{\text{внеб}} = 0,3 \cdot 530759,13 = 159227,74 \text{ руб.}$$

4.5.6 Расчет накладных расходов

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Примем коэффициент накладных расходов $k_{\text{накл}}$ равным 90%,

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) \quad (6)$$
$$C_{\text{накл.}} = 0,9 \cdot 530759,13 = 477\,683,22 \text{ руб.}$$

Группировка затрат по статьям приведена в таблице 14. Плановая себестоимость составила 785000 рублей.

Таблица 14 - Группировка затрат по статьям

Статьи затрат	Стоимость, руб.
Материалы	
Специальное оборудование	176500
Заработная плата	530759
Отчисления во внебюджетные фонды	159227
Накладные расходы	477683
Итого плановая себестоимость	1344169

Для реализации данной разработки потребуется 1344169 рублей

4.6 Оценка экономической выгоды проекта

Стоимость предложенного проекта:

- Установка обезвреживания цианосодержащих вентиляционных газов
- 785000руб;

- стоимость аналога 1 (УОЭ-Э-2) – 980000 руб;

- стоимость аналога 2 (ЭПМ-1,5)– 1250000 руб.

$\Delta 1 = 980000 - 785000 = 195000$ руб.

$\Delta 2 = 1250000 - 785000 = 365000$ руб.

Из расчетов следует, что предложенный вариант изготовления электромагнитно-акустического преобразователя для контроля литья более выгоден по сравнению с существующими способами.

Заключение по разделу

По результатам выполненного задания для раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» было достигнуто следующее:

- Были определены потенциальные потребители результатов исследования;
- Проведен SWOT-анализ, по результатам которого можно сделать вывод, что данная технология имеет преимущества по сравнению с используемой на данный момент технологией. Данная схема имеет низкую стоимость, по сравнению с существующими технологиями.
- Определены цели и требования к результатам проекта. Цель: снижение техногенной нагрузки на окружающую среду. Результат: разработать принципиальную технологическую схему обезвреживания вентиляционных технологических газов
- Составлен план проекта, в соответствии с которым определяются объем работ и время, затрачиваемое на ее выполнение. Из календарного

плана следует, что руководитель занят календарных 218 рабочих дней, исполнитель ВКР занят календарных 250 рабочих дней.

- Рассчитан бюджет научного исследования. Рассчитано, что для реализации проекта требуется 785000 рублей

Глава 5. Социальная ответственность

Введение

Охрана труда - система обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включая правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические и иные мероприятия. Конституция Российской Федерации, Трудовой кодекс, Основы законодательства РФ об охране труда, устанавливают гарантии осуществления права трудящихся на охрану труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников[1].

Статьи из Конституции Российской Федерации[2]:

- Статья 7, п. 2.

«В РФ охраняется труд и здоровье людей, устанавливается гарантированный минимальный размер оплаты труда, обеспечивается гос. поддержка семьи, материнства, отцовства и детства, инвалидов и пожилых граждан».

- Статья 37, п. 3.

«Каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, на вознаграждение за труд без какой бы то ни было дискриминации и не ниже установленного федеральным законом минимального размера оплаты труда».

- Статья 39, п.1.

«Каждому гарантируется соц.обеспечение по возрасту, в случае болезни, инвалидности, потери кормильца, для воспитания детей и в иных случаях, установленных законом».

- Статья 41, п.1.

«Каждый имеет право на охрану здоровья и медицинскую помощь.

- Статья 42.

«Каждый имеет право на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением».

Статьи из Трудового кодекса Российской Федерации:

- Статья 212. Обязанности работодателя по обеспечению безопасных условий и охраны труда.

Администрация предприятий, учреждений, обязана обеспечивать надлежащее техническое оборудование всех рабочих мест и создавать на них условия работы, соответствующие единым межотраслевым и отраслевым правилам по охране труда, санитарным правилам и нормам, разрабатываемым и утверждаемым в порядке, установленном законодательством...

- Статья 215. Соответствие производственных объектов и продукции требованиям охраны труда.

Производственные здания, сооружения, оборудование, технологические процессы должны отвечать требованиям, обеспечивающим здоровые и безопасные условия труда...

Статьи из закона РФ «Основы законодательства РФ об охране труда»[4]:

В статьях 3,4,5,9 говорится о том, что государство заботится об улучшении условий и охране труда на предприятиях. Каждый работник имеет право на условия, отвечающие требованиям безопасности и гигиены, а администрация обязана внедрять современные средства безопасности, предупреждающие возникновение профессиональных заболеваний рабочих и служащих.

5.1 Анализ выявленных вредных факторов производственной среды на участке сорбционного выщелачивания золота из руд

- Метеорологические условия производственной среды
- Работа с токсичными веществами (опасность отравления вредными и химически токсичными веществами. К ним следует отнести цианид натрия и тиомочевину)
- Производственное освещение
- Шум и вибрация
- Производственная вентиляция
- Водоснабжение
- Система канализации

Помимо этого, на предприятии должны быть соблюдены санитарно-гигиенические нормы по метеоусловиям. Особое внимание следует уделить освещению, отоплению и вентиляции цеха.

5.1.1 Метеорологические условия производственной среды

Метеорологические условия производственной среды складываются из температуры воздуха, его влажности и скорости движения, а также излучений от нагретых предметов. Метеорологические условия оказывают большое влияние на здоровье, самочувствие и работоспособность.

Оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственного помещения приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Оптимальные метеорологические условия в рабочей зоне

Период года	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
-------------	-------------------------	----------------------------	--------------------------------

Теплый, $> +10^{\circ}\text{C}$	22-25	60-30	0,2-0,5
Холодный, $< +10^{\circ}\text{C}$	20-22	60-30	не более 0,2

Помещение цеха относится к помещениям с пониженным тепловыделением, физические работы относятся к работам средней тяжести.

Большие скорости движения воздушных потоков создают сквозняки, неблагоприятно действующие на организм человека при высоких, и особенно, при низких температурах.

Техника безопасности при работе с токсичными веществами

Работа с реагентами, а также их хранение производится строго при работе постоянной искусственной вентиляции. Это крайне необходимо для того, чтобы содержание вредных веществ в воздухе помещений было не выше ПДК. К вредным веществам следует отнести пары синильной кислоты, образующихся в результате ее гидролиза. Значение предельно допустимой концентрации для паров синильной кислоты составляет $0,3\text{мг/м}^3$.

На предприятии предусматривается обязательный инструктаж по месту непосредственной работы. Автоматизация технологического процесса внедрена чтобы не допустить взаимодействия рабочих с потенциально- и особо- опасными объектами производства. Все рабочие помещения оборудованы общеобменной и аварийной вентиляцией. Водяное орошение служит устранителем запыленности. По технике безопасности работа в цехе производится в спецодежде, спецобуви, перчатках и фартуках (по месту необходимости). Каждый рабочий, имеющий дело с реагентами, должен уметь оказывать первую помощь пострадавшему при отравлении цианидом или получении травмы.

Первая помощь при отравлении цианидами. Отравление цианистыми соединениями характеризуется определенными признаками.

Это ощущение боли в горле, жгучий горький вкус миндаля во рту, слюнотечение, онемение рта, мышечная слабость, тошнота, затруднение речи, появление учащенного дыхания. Затем общая слабость увеличивается, появляются боли и стеснение в области сердца, редкое и глубокое дыхание, сильная одышка, отдельные короткие вздохи, сопровождающиеся длительными выдохами, тошнота, рвота, расширение зрачков глаз.

При обнаружении первых симптомов отравления парами синильной кислоты пострадавшему немедленно дают вдыхать раствор 2-3 капель амилнитрита и выносят его на свежий воздух. В случае необходимости производят искусственное дыхание. Вдыхание амилнитрита повторяют через каждые 2-3 минуты, по 15-30 секунд.

Если раствор цианида или сухой цианид попал внутрь организма, пострадавшему дают на чайной ложке 0,4% - ный раствор перманганата калия или раствор перекиси водорода. Если яд проник в дыхательные пути, то пострадавшего немедленно выносят на свежий воздух и дают вдыхать амилнитрит.

Оказав первую помощь при отравлении, нужно немедленно вызвать врача или быстро доставить пострадавшего в медпункт.

Для оказания первой помощи при отравлении цианистыми соединениями на каждом рабочем месте должны находиться аптечки с противоядиями и медикаментами.

Первая помощь при попадании щелочей на кожу. Сухой каустик и его растворы при попадании на кожу вызывают химические ожоги. Если щелочь сразу быстро смыть большим количеством воды, то на коже может появиться лишь красные пятна. Попавшую на кожу щелочь необходимо обильно промыть водой и затем 5% - ным раствором уксусной кислоты.

Смертельная доза $\text{Ca}(\text{CN})_2$ -40 – 50г.

ПДК веществ: $\text{HCN}(\text{CH}_3)_2$ -0,5 мг/м³, NaCN -0,3 мг/м³, KCN - 0,3 мг/м³.

Таблица 2 - Токсические концентрации HCN для человека, мг/л

[HCN],мг/л	Время пребывания и последствия
0,005-0,02	У отдельных рабочих головные боли
0,02-0,05	При длительном вдыхании головная боль, тошнота, рвота
0,05-0,06	Переносится 1 ч без немедленного действия
0,1	Опасна для жизни, смерть наступает в течении первого часа
0,12-0,15	Смерть после 30 мин – 1 ч
0,2	Смерть после 10 мин
0,3	В покое человек может выдержать без головокружения 2 мин
0,55	Без серьезных последствий можно выдержать 1 мин
3,6	При дыхании через противогаз можно выдержать 30 мин
7-12	При 5 минутном пребывании отравление через кожу.

Для защиты рабочего персонала от паров синильной кислоты в цехе применяются СИЗОД, в частности, противогаз ГП-5. Противогаз ГП-5 предназначен для защиты органов дыхания, глаз и лица человека от отравляющих веществ, радиоактивной пыли, биологических аэрозолей и других вредных примесей.

Противогаз ГП-5.

Комплект противогаза ГП-5 включает в себя фильтрующе-поглощающую коробку малых габаритных размеров; лицевую часть; сумку; незапотевающие пленки; утеплительные манжеты. Шлем-маска противогаза изготавливается пяти ростов: 0;1;2;3;4. Масса противогаза в комплекте составляет около 1 кг. Для предупреждения обледенения стекол очков, на них надевают утеплительные манжеты со вторым стеклом. С целью расширения возможностей противогазов по защите от СДЯВ для них введены дополнительные патроны (ДПГ-1; ДПГ-3) .

ДПГ-3 в комплекте с противогазом защищает от таких вредных веществ, как аммиак, хлор, нитробензол, сероводород, сероуглерод, синильная кислота, фенол, фосген и др. ДПГ-1, кроме того, защищает еще от двуокиси азота, метана хлористого, окиси углерода и окиси этилена.

В комплект дополнительных патронов входят соединительная трубка и вставка. С лицевой частью противогаза патрон связан с помощью

соединительной трубки, для чего на один из концов наворачивается горловина. В дне патрона нарезана внутренняя резьба для присоединения к фильтрующе-поглощающей коробке ГП-5. Внутри патрона ДПГ-1 два слоя шихты – специальный поглотитель и гопкалит. В ДПГ-3 – только один слой поглотителя [].

Порядок обезвреживания и уничтожения вредных веществ

Для обезвреживания цианистых солей применяют сернокислое железо и гашёную известь (хлорную или гипохлорит кальция). На одну весовую часть цианистых солей берут шесть весовых частей сернокислого железа и три части гашёной извести (хлорной извести или гипохлорита кальция). Воды необходимо брать столько, чтобы получить 10 % раствор - суспензию. Процесс обезвреживания сводится к следующему: отходы и предметы, загрязнённые цианистыми солями, погружают в сосуд с обезвреживающим составом и тщательно размешивают в течение 30 минут, затем оставляют стоять не менее трёх часов, берут контрольную пробу. При содержании цианистых солей менее 100 мг/ м³ раствор разбавляют большим количеством воды и сливают в канализацию.

Количество одновременно уничтожаемой синильной кислоты или её солей не должно превышать 0,2 кг.

При сливе обезвреженных растворов цианистых солей в канализацию следует обязательно предусмотреть, чтобы в те же стоки одновременно не сливали кислые воды.

5.1.2 Производственное освещение

Естественное освещение создаётся в производственных помещениях через оконные и другие остеклённые проёмы. Искусственное освещение создаётся светильниками и может быть: общее, предназначенное для

освещения всего рабочего помещения, местное, освещающее только рабочее место, и комбинированное, состоящее из общего и местного освещения.

Использовать только местное освещение не разрешается. Это вызвано тем, что резкая неравномерность освещённости на рабочем месте и в помещении снижает работоспособность зрения и вызывает его утомление.

Чтобы создать необходимые благоприятные условия для работы, степень освещённости в производственных помещениях нормируется, норма освещения составляет 300 лк.

Освещение должно быть равномерным, чтобы глазу не приходилось попадать из очень светлого места в тёмное и наоборот. Освещение должно быть устроено так, чтобы глаза рабочих были защищены от «ослеплённости» вследствие прямой или отражённой блескости. Это достигается правильным устройством осветительной арматуры, определённой высотой подвеса светильников и их рациональным размещением в помещении.

5.1.3 Шум и вибрация

Шум и вибрация являются результатом колебания тел, передаваемого непосредственно или на расстояние другим объектам. Шум и вибрация различаются частотой колебаний в секунду. Если число колебаний в секунду не превышает 16, то они воспринимаются человеком как сотрясения и называются вибрацией. Частота колебаний от 16 до 20000 в секунду воспринимается органами слуха как шум, колебания с частотой свыше этого предела не ощущаются человеком, и называются ультразвуками.

Вибрация приводит к преждевременному износу деталей, механизмов, может вызвать аварию, вредно действует на сердечно-сосудистую и нервную системы организма, вызывает снижение слуха и даже стойкую глухоту, является причиной снижения работоспособности, ослабления памяти, внимания, остроты зрения, что увеличивает возможность травматизма.

Минимальная сила звука, которая воспринимается ухом человека, называется порогом слышимости. Силу звука, приводящую к болезненным

ощущениям, называют болевым порогом. Между этими порогами лежит область слышимости. В пределах этой области силу звука измеряют децибелами (дБ). Если порог слышимости оценить в 0 дБ, то болевой порог характеризуется силой звука, равной 70 дБ.

Источниками шума в отделении сорбции являются: компрессоры, насосы, движущиеся детали механизмов, вентиляционные системы и др., сила звука которых не превышает 70 дБ.

Прежде всего, стремятся устранить или уменьшить шум в источнике его образования. Агрегаты с повышенным уровнем шума и вибрации стараются размещать в отдельных изолированных помещениях. Стены покрывают звукопоглощающими материалами (акустической штукатуркой, перфорированными панелями, стекловолокном и др.).

5.1.4 Производственная вентиляция

Вентиляция производственных помещений предназначена для обеспечения необходимой частоты воздуха путем подачи (приточная) чистого воздуха, а также для поддержания нормальной температуры воздуха в помещении. Вентиляция в цехе цианирования и сорбции приточно-вытяжная.

Для расчета вентиляции необходимо знать скорость отсасывания воздуха в рабочем проеме, диаметр проема, коэффициент отсоса. Скорость воздуха принимаем равной 1,5 м/с. Объем отсасываемого воздуха определим по формуле:

$$V_v = \omega \cdot F_p \cdot 3600 \cdot K, \quad ()$$

где V_v – объем отсасываемого воздуха, м³/ч;

ω - скорость воздуха, м/с;

F_p - рабочая площадь проема, м²;

K - коэффициент подсоса;

$$F_p = \pi d^2/4 = \pi \cdot 0,09^2/4 = 0,0064 \text{ м}^2$$

$$V_v = 1,5 \cdot 0,0064 \cdot 3600 \cdot 2 = 69,12 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Общеобъемную вентиляцию выбирают согласно СНиП – 3375 для вредных производств, с кратностью воздухообмена равной 5. Тогда расход воздуха на вентиляцию будет равен: $V = nV_v$, где n – кратность воздухообмена. $V=69,12 \cdot 5=345,6 \text{ м}^3/\text{ч}$.

5.1.5 Водоснабжение

Промышленные предприятия обеспечиваются водой от собственной системы водоснабжения. Вода, подаваемая на производственные нужды, должна удовлетворять требованиям технологического процесса.

При проектировании водопровода производственного здания необходимо проверять соответствует ли вода, подаваемая наружным водопроводом, требованиям данного производства или требуется дополнительная обработка воды. При разработке проекта здания следует предусматривать возможности их применения при различных системах наружных водопроводов. Внутренние сети водопровода необходимо проектировать по "гибким" схемам с подачей воды на хозяйственно-питьевые нужды и производственные. Расход воды на внутреннее пожаротушение следует принимать из расчета действия двух пожарных струй, не менее 2,5 л/сек каждая, во вспомогательных зданиях, из расчета одной пожарной струи.

5.1.6 Система канализации

В цехе цианирования золотосодержащих руд имеется изолированная канализация. Все непригодные воды собираются и передаются в цех очистки для извлечения остатков цианида и их нейтрализации.

Для сбора переливов устанавливается дренажная система каналов, а полы делают наклонными по направлению к этим каналам. Ширина

дренажных каналов в зависимости от размеров производительности цеха берется от 30 до 40 мм.

5.2 Анализ выявленных опасных факторов производственной среды

1. Опасность получения травм при механическом воздействии. Это автотранспорт и различные движущиеся механизмы, в том числе барабанные вращающиеся грохота, кран-балки и др.;

2. Опасность возникновения пожара;

3. Опасность поражения электрическим током (электропроводка, электроприводы механизмов);

5.2.1 Механическое воздействие

Механические опасности – опасности, способные причинить травму в результате контакта объекта или его частей с человеком. Такой контакт возможен при выполнении технологических операций или случайном нахождении человека в опасной зоне (пространство, в котором возможно проявление опасностей). Размеры опасной зоны могут быть постоянными (зона между вальцами, ремнем и шкивом) и переменными (зона резания при изменении режима и характера обработки).

К механическим опасностям относят:

- движущиеся машины, механизмы и их части, передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;
- острые кромки, заусенцы, шероховатость поверхности;
- разрушающиеся конструкции, обрушающиеся горные породы;
- расположение рабочего места на значительной высоте;
- повышенная запыленность воздуха;
- горячие и скользкие поверхности.

В зависимости от возможности защиты человека в условиях взаимодействия его с потенциально опасными объектами можно рассматривать два основных метода:

1) обеспечение недоступности к опасно действующим частям машин и оборудования;

2) применение приспособлений, непосредственно защищающих человека от опасного производственного фактора.

Первый метод состоит в пространственном или временном разделении гомосферы и ноксосферы, и к нему относится все, что связано с конструктивными особенностями как самих машин и оборудования, так и устройств, ограждающих и блокирующих опасные зоны. Недоступность также может быть обеспечена размещением опасных объектов на недостижимой высоте, а также под прикрытием или в трубах.

Определение метода, которому нужно следовать при разработке мероприятий для защиты, имеет принципиальное значение, так как с его помощью можно согласовать индивидуальные характеристики человека и производственной среды.

Коллективные средства реализуются при механизации и автоматизации производственных процессов; использовании роботов и манипуляторов, дистанционном управлении оборудованием; определении размеров опасной зоны; применении ограждений, блокировок, световой и звуковой сигнализации; осуществлении отличительной окраски; использовании тормозных и выключающих устройств.

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) обеспечивают защиту отдельного человека или отдельных органов его с помощью специальной одежды, обуви, защитных касок, масок, а также светофильтров, вибро- и шумозащищающих устройств.

Необходимые движения ограничены разумными пределами, за которые нерационально выходить, возможные движения — это те, которые человек (машина им управляемая) может совершать беспрепятственно. Если возможные движения недопустимы по каким-либо причинам, то их искусственно ограничивают. Например, делают ограждения или ставят блокировки, конечные выключатели и т. п.

Однако наиболее рациональными для выполнения работы оказываются возможные движения. Поэтому для организации рабочего места важно знать возможности человека, например, пределы его досягаемости в стоячем или сидячем положении. При обслуживании рабочего места человек может не только сидеть или стоять, но и передвигаться. Размеры этого передвижения — величина, рассматриваемая в рамках возможного и необходимого.

Габаритные размеры рабочей зоны должны быть строго ограничены, и кроме пространства для необходимых движений могут включать лишь то, которое обеспечивает безопасность.

Установить опасность некоторого рабочего места можно двумя способами:

- 1) внимательно осмотреть место и найти участки, представляющие потенциальную опасность (например, движущиеся части станка или машины, открытые контакты управляющего аппарата и т. п.);
- 2) проанализировать состояние рабочего места с точки зрения возникающих или когда-либо возникавших случаев травмирования; их многократное повторение свидетельствует об опасности участков.

5.2.2 Электробезопасность

В цехе сорбционного выщелачивания все части основного технологического оборудования в нормальном рабочем состоянии находятся под напряжением. Поэтому применение защитного заземления и отключения практически исключено. Оборудование, используемое в цехе, работает от напряжения 220 и 380 В, следовательно оно относится к классу низковольтного оборудования (до 1000 В). Помещение цеха, в соответствии с ОС ПУЭ - 82, относится к помещениям с повышенной опасностью.

Электрооборудование цеха состоит из приводов барабанных грохотов, кран-балки, концентрационного стола, приборов автоматического контроля, вентиляции и освещения.

Основные опасности, обусловленные электрическим током:

1. Опасность напряжения прикосновения - при прикосновении человека к незаземленным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением.

2. Опасность напряжения перехода - при прикосновении человека к незаземленным металлическим частям электроустановок, находящихся под напряжением.

3. Опасность токов короткого замыкания.

Для защиты от напряжения прикосновения используются малое напряжение (в переносных светильниках), изоляция токоведущих частей, предупредительная сигнализация.

Для защиты от напряжения перехода используется защитное заземление.

Для защиты от токов нагрузки используются автоматическое отключение, установка плавких предохранителей. При выполнении ремонтных работ производится отключение установки от источника питания, снятие предохранителей и другие мероприятия, обеспечивающие невозможность ошибочной подачи напряжения к месту работы, установку знаков безопасности и ограничений.

Первая помощь при поражении электрическим током. Первая помощь при поражении электрическим током включает в себя два этапа. Это освобождение пострадавшего от действия тока и оказание ему первой доврачебной помощи.

Первое действие - быстрое обесточивание установки, вызвавшее поражение пострадавшего. Для отделения пострадавшего от токоведущих частей следует воспользоваться сухой палкой, диэлектрическими перчатками для собственной защиты. Пострадавшего необходимо уложить на спину, на

твёрдую поверхность, проверить наличие дыхания, пульса (при их отсутствии сделать искусственное дыхание и наружный массаж сердца). При отсутствии сознания, но сохранении устойчивого дыхания и пульса нужно дать пострадавшему понюхать нашатырный спирт и обрызгать его водой.

В зависимости от реакции организма на электрический ток различают несколько пороговых значений тока через тело человека. Электрический ток, вызывающий при прохождении через организм человека ощутимые раздражения, называются ощутимым током. Для постоянного тока эта величина составляет 5 - 7 мА [13].

Повышение силы тока через организм человека вызывает при определённых значениях судорожное сокращение мышц, которое невозможно преодолеть. Наименьшее значение этого тока называется пороговым неотпускающим током. При постоянном токе среднее значение пороговых неотпускающих токов равно 50 - 80 мА. В помещении цеха значение тока не превышает 30 мА.

Наименьший электрический ток, вызывающий фибрилляцию сердца, называется пороговым фибрилляционным током. Для постоянного тока он равен 300 мА.

Материал полов должен не пропускать электрический ток, а также должен быть стойким к воздействию химических веществ, используемых в технологическом процессе. В данном случае предусмотрен пол из бетона[].

5.2.3 Пожарная безопасность

Пожар может возникнуть при наличии трех условий: 1)если будут в наличие горючие вещества;

2) присутствие окислителя, поддерживающего горение;

3) наличие импульса воспламенения.

В помещении, где выполняются производственные работы, существует опасность возникновения пожара из-за:

1) наличие деревянной мебели, деревянных оконных рам, дверей, а также книг и тетрадей;

2) присутствие кислорода в воздухе;

3) возможность появления импульса воспламенения - короткое замыкание, наличие горячих поверхностей и т.д.

Помещение должно быть оснащено средствами пожаротушения (огнетушителями ОХП - 10, ОУ -5 для тушения электрооборудования), имеется пожарный щит, ящик с песком и система пожарного водоснабжения.

Все мероприятия по технике безопасности разработаны в соответствии с санитарно-гигиеническими нормативами и ГОСТами. Таким образом, для обслуживающего персонала созданы благоприятные условия труда [8].

Средства пожаротушения:

Внутренние противопожарные краны установлены на лестничных клетках, у входов, в коридорах. При каждом кране имеется шланг длиной 10 м. Количество пожарных кранов принимается из расчета, чтобы любая точка производственного помещения могла быть залита водой из двух соседних пожарных шлангов. В качестве первичных средств пожаротушения предусмотрена установка пожарных постов внутри и снаружи здания (внутри через 25 м, снаружи – через 100 м). Посты имеют ящики с песком, негорючие ткани (кошмы асбестовые), пенные, порошковые, углекислотные огнетушители (в районе цианистой обработки углекислотные огнетушители не применяются)

5.3 Защита в чрезвычайных ситуациях

Среди возможных ЧС наиболее вероятным является возникновение пожара и взрыва. Пожар может произойти вследствие перегрева электродов или проблем с изоляцией. Взрыв может произойти вследствие разрушения емкости, содержащей взрывоопасные вещества.

Согласно правил эксплуатации электроустановок цех регенерации относится к помещениям с химически активной средой, т.е. содержатся пары действующие разрушающе на изоляцию и токоведущие части электрооборудования. Поэтому особое внимание уделяется постоянному контролю заземлительных устройств. Для защиты от теплового излучения колонки в которых ведутся процессы с повышенной температурой, теплоизолированы. Воздух в помещении кондиционируется.

Для предотвращения возникновения пожара применяются следующие шаги: проверка персонала на предмет знаний пожарной безопасности, выполнение работ в соответствии с правилами, плановый осмотр установок.

Экспериментальная установка устойчива к возникновению пожара, т.к., все токоведущие части надежно изолированы и проверяются согласно плану. Если все же возникнет пожар, персонал будет действовать в следующем порядке:

- Сообщить о пожаре по телефону 01 в пожарную охрану;
- Отключить все электроустановки;
- Закрыть окна и двери, чтобы убрать сквозняк и доступ кислорода для горения;
- Организовать эвакуацию из лаборатории и параллельно приступить к ликвидации очага пожара первичными средствами пожаротушения (огнетушитель ОУ-5-ВСЕ, пожарный рукав). При невозможности – покинуть опасную зону.

Заключение

Список используемых литератур

1. Министерство экономики Кыргызской Республики – [электронный ресурс] – URL: <http://mineconom.gov.kg/index>.
2. Золотодобыча – [электронный ресурс] – URL: <http://zolotodb.ru/articles/metallurgy/factory/10460>
3. Котляр Ю. А., Меретуков М. А., Стрижко Л. С. Металлургия благородных металлов // М.: МИСИС., Издательский дом «Руда и Металлы». – 2005. – С. 432
4. Горная энциклопедия – [электронный ресурс] – URL: <http://www.mining-enc.ru/c/cianirovanie>
5. Барченков М. Основы сорбционной технологии извлечения золота и серебра из руд // Металлургия. серия «Библиотечка молодого рабочего цветной металлургии» – 1982. – С. 128
6. Фазлуллина. М. М. Кучное выщелачивание благородных металлов // под общ. ред: Издательство Академия горных наук, 2001. – 647 с.
7. Лодейщиков В. В. Цианирование и экология // Золотодобыча. – №113 (апрель). – 2008. – С. 242
8. Добыча золота в мире: цифры и факты – [электронный ресурс] – URL: <http://zolotodb.ru/articles/other/gold/10714>
9. Ветошкин, А. Г. Теоретические основы защиты окружающей среды: учебное пособие // Пенза: Издательство ПГАСА. – 2002. – С. 290.
10. Гипохлоритнатрия. Процесс получения. – [электронный ресурс] – URL: <http://wwtec.ru/index.php?id=545>
11. Вентиляторы. Вентиляция – [электронный ресурс] – URL: http://www.ventilator-spb.ru/ventilator_359.html
12. Кушелев В.П. Основы техники безопасности на предприятиях химической промышленности. – Л.: Химия, 1977 – 279 с.
13. Конституция Российской Федерации (по состоянию на 30 декабря 2008 года) – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2008.
14. ГОСТ 12.0.004-90. Организация обучения работающих безопасности труда. Общие положения.
15. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
16. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
17. ГОСТ 12.1.010-76. Взрывобезопасность. Общие требования.
18. ГОСТ 12.1.041-83. Пожаровзрывобезопасность горючих пылей.
19. ГОСТ 12.1.044-89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов.
20. ГОСТ 12.4.009-83. Пожарная техника для защиты объектов.
21. ГОСТ 12.4.011-89. Средства защиты работающих.
22. ГОСТ 12.4.103-83. Одежда специальная защитная, средства индивидуальной защиты ног и рук.
23. 10.ГОСТ 12.1.019 -79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
24. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.

25. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
26. ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в ЧС. Основные положения.
27. ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. СНиП 23-03-2003. Строительные нормы и правила Российской Федерации. Защита от шума.
28. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.
29. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.
30. ГОСТ 12.1.018-93 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества.
31. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
32. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.
33. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
34. ГОСТ Р 22.0.01-94. Безопасность в ЧС. Основные положения.

Приложения А

Modern methods of gold obtaining and the impact of mining and processing of gold-bearing raw materials enterprises on ecology

A significant contribution to the economic welfare of each state make extractive industries. Gold takes leading position among all kinds of minerals. The total reserves of gold deposits constitute the 2000 149 tons in the Kyrgyz Republic and the gold production of Kyrgyzstan occupies the third place among the CIS countries. It should be noted that the current production of gold in the Kyrgyz Republic is experiencing difficulties associated with the depletion of the rich and easily mined ore, as well as the rising costs of energy, equipment, materials, transportation services, etc. Traditional methods of gold obtaining reached the capacity limit, and are gradually supplemented by more effective physic-chemical geotechnology - underground, heap and dump leaching of metals. All currently existing technologies for processing gold ores have a multifaceted impact on the environment. Environmental pollution by toxic elements is one of the priority environmental problems. The development of industrial production is always accompanied by a negative impact on the environment.

1.1 Description of the reagent technologies of the production of gold

The most common methods to extract gold from the ore, such as amalgamation, flotation, cyanide leaching in the mud or percolation process, heap and underground leaching, are associated with the use of highly toxic reagents.

Amalgamation is known from the 1st century BC; it was widely used in the world for the extraction of gold from ores up to the 40s of the 20th century. This method is based on mixing of the moist of crushed rock with mercury. Mercury as a collector collects tiny particles of precious metals in the enlarged unit-amalgam. Currently amalgamation is very rarely used due to the high toxicity of mercury vapor.

The flotation process of mineral processing is based on the selective adhesion of mineral particles to the surface of separation of two phases. As collectors ethyl or butyl xanthates are used, with the blowing agent of pine oil or cresol.

Hydrocyanic-silt process consists in gold leaching of finely ground ore in vats cyanide solution under vigorous stirring.

Percolation cyanidation leaching or leakage is gold leaching with cyanide solutions in the process of natural filtration through a layer of finely ground ore, placed in a vat with a false bottom.

1.1.1. Cyanidation by stirring

This method of cyanidation of gold ores is the most efficient process compared to heap leaching and percolation. Leaching of pulps by stirring is faster and allows higher recovery of gold and silver, due to the fact that the ore in fine grinding of gold provides good opening and with vigorous stirring, more favorable conditions of diffuse inlets CN ions and molecules of dissolved oxygen to the surface of gold particles. Therefore, by the rate of leaching and gold extraction, cyanidation far exceeds the completeness of mixing by the percolation process and heap leaching. Suffice it to say that the agitation by cyanidation provides 80-90% gold extraction, with the processing time of 6-30 hours (compare corresponding figures for percolation and heap leaching).

The necessary degree of agitation cyanidation of ore grinding depends on the size of the gold particles in the ore and its distribution. In some cases, gold ore is very finely divided to a size of 0,074mm, and even up to 0,043mm. But if the nature of the gold impregnation does not require the grinding, the pulp is cyanated with coarser particles of the size 0,15-0,2mm.

If the ore contains coarse gold, before cyanidation it is recovered in a cycle of grinding methods of gravity concentration, so during cyanide leaching only the fine gold is used, which dissolves fast enough.

The ore pulps entering the mixing cyanidation have an increased viscosity, which hinders the diffusion of cyanide ions and dissolved oxygen molecules to the surface of gold particles. Furthermore, sulfide minerals commonly present in the ore, rather easily oxidized by dissolved oxygen, resulting in its concentration in the liquid phase can be significantly lower than necessary for the dissolution of gold. Therefore, the pulp cyanidation of particular importance vigorous mixing and continuous saturation of its oxygen.

Cyanidation process of ores stirring is carried with NaCN concentration of 0.05-0.1%, and the CaO concentration equal to 0.01-0.03% (pH = 9-11).

In addition to the reagent regime, the important parameters of the process lixiviation cyanide gold is W: T ratio in the pulp and the duration of the process. The maximum extraction of gold cyanidation of quartz ore is reached at F: T = 1.5: 1. In practice, good results are obtained when L: S = 1: 1, sometimes at 0.67: 1 at a rough grinding. In the treatment of pulp comprising a crystalline material and in the absence of impurities, liquid phase solution even at high pulp densities does not lose the ability to maintain the desired oxygen concentration.

To ensure the best conditions for recovery of gold from ores and sulfidic ores with a high content of iron oxides or clay, higher dilution of the pulp is required. For such ores F T = 2-2.5: 1, for some ores it requires even greater dilution.

Cyanidation time or duration of the pulp stay in cyanidation apparatus is determined by the equation:

$$T = V / P \quad (1.1)$$

where: T - cyanidation time in hours;

V- total volume of all devices cyanidation, m³;

P- flow of slurry m³ / hour.

It is obvious that the value of T should be sufficient to transfer only a solution of gold contained in the material. From the equation, it follows that at a constant working volume equipment of cyanidation process control instrument is the clockwise flow of the pulp entering the processing.

Gold cyanide leaching process is carried out in a batch or discontinuous mode.

During cyanidation at a batch mode, pulps are periodically pumped in batches in parallel working apparatus for leaching. After intensive stirring with sodium cyanide and an alkali for a period of time necessary for the dissolution of gold, the pulp is discharged into tanks and pumped-collections, and a new portion of pulp is pumped in. The vats containing leached pulp is accumulated and maintained in suspension prior to entering the next stage of processing, such as separation of gold-containing solutions from the solid phase by filtration.

Periodic mode of ore cyanidation is used in small factories using pulp filtration and subsequent precipitation of gold from cyanide solutions with zinc dust or shavings. Typically, in a batch mode small amounts of gold concentrates and other products are cyanated.

In the process of continuous leaching, pulp flows into a cascade of serially connected devices for cyanidation. The number of devices in the cascade usually don't exceed 4-6, with the total working volume providing for a passing of pulp during the time necessary for gold dissolution.

The continuous operating system of cyanation surely is interfaced to the further technological scheme of processing of a lixivious pulp.

In comparison with periodic scheme, the continuous scheme of cyanation gives the following advantages:

- possibility of full automation of the process management,
- smaller number of service personnel,
- more effective use of the equipment,
- smaller single power of engines and pumps.

The mode of pulps cyanation is chosen depending on the required productivity and the technological scheme of ore processing.

The process of a sorption dissolution of gold and silver from a pulp with application of sorbents is carried out in two ways:

1. after preliminary cyanation.
2. by combined processes of cyanation and sorption.

In both cases in the presence of a sorbent, two combined operations go: dissolution of precious metals and their sorption on an ionite or active coal, i.e. process of sorption leaching. Only after preliminary cyanation in the course of sorption in the presence of a sorbent the process of a resolution of gold proceeds.

Before the release of a saturated sorbent from the process, it has to contact to a cyanic pulp with rather high gold concentration.

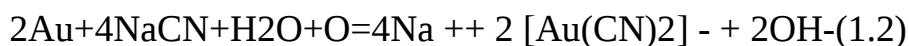
It is reached by the fact that ore or a concentrate before sorption leaching are subjected by operations of preliminary cyanation. In this case the part or more than a half of gold of a firm phase passes into solution with the maximum concentration of it in a liquid phase. The pre-cyanated this way pulp comes to the process of sorption leaching where there is a resolution of gold and its sorption on active coal.

Preliminary pulp cyanation is also carried out if in ore or in a concentrate there are no cyanide absorbers, carbonaceous substances capable to occlude the dissolved gold; also it happens in a case when the process of cyanation is not complicated by high content of oxidizing minerals of copper, zinc and other non-ferrous metals.

When processing gold-bearing materials containing carbonaceous substances or other minerals complicating gold dissolution process, operation of preliminary cyanation is not performed, and then cyanation is conducted in the presence of sorbents. In this case the ionite or active coal are stronger competitors of natural sorbents.

The process of gold dissolution goes in diffusive area, i.e. the speed of process of dissolution depends on the speed of diffusion of solvents and products of the reaction. If the speed of diffusion of solvents exceeds the speed of diffusion of products of reaction, then the sorbent entered into the system promotes the

accelerated branch from a reactionary zone of cyanic anions of gold according to the scheme:



$2 [\text{Au}(\text{CN})_2]$ - a sorbent

In other words, the presence of a sorbent at a pulp eliminates the limiting stage of diffusive process, namely – increases the speed of diffusion of anion $[\text{Au}(\text{CN})_2]$ - from a reaction zone by absorption by its sorbent.

As a result, favorable conditions for gold dissolution are created. The impact of a sorbent on the speed of dissolution continues until all the process is limited by the cyanide diffusion to a surface of particles of gold, and it occurs usually in trailer devices when the content of gold in a firm phase becomes insignificant.

The key technological parameters of process of sorption cyanation are the following:

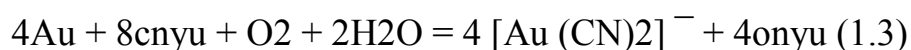
1. Process duration;
2. Single loading of a sorbent in process;
3. Time of a sorbent stay in the course of sorption;
4. Quantity of steps of sorption;
5. Sizes of streams of a pulp and sorbent.

1.1.2. Heap leaching

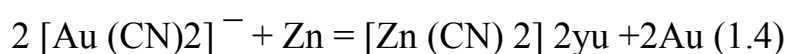
The Heap Leaching (HL) allows to involve in the operation fields poor in gold, with the minimum invasion into environment. It includes the following technological operations: production of mineral raw materials, ore processing, the choice and preparation of the platform under HL, construction of the anti-filtrational basis and warehousing of ore in a stack, irrigation of an ore stack by the lixivating solutions, drainage and collecting the productive solutions (PS), accumulation of gold-bearing solutions in capacities and their upholding, extraction of valuable components from PR, including receiving of finished production; collecting and accumulation of uterine solutions with the subsequent

preparation of solutions of irrigation and neutralization of the fulfilled ore stacks (leaching tails).

In the course of HL, the dissolution of gold under the influence of weak (0,08 - 0,5%, usually 0,2-0,3%) sodium cyanide solution in the presence of air oxygen takes place:



Gold is emitted from the received solution by the impact of zinc shavings:



The advantage of this method is the possibility of a simultaneous loading in a stack large number of raw materials irrespective of hydrogeological features of the field and absence of gold-extracting factories. The disadvantage is the low extent of gold extraction (usually not higher than 70%, only in optimum conditions up to 80-85%), as well as the need for traditional mining operations, ore transportation and crushing, sanitation of wastes and recultivation of excavations. Besides, in the presence in copper ore, leaching indicators sharply decrease (a bigger consumption of cyanide – to 45 kg/t of ore, at the same time low extent of extraction of gold – 35-45% because of the cyano-containing properties of copper).

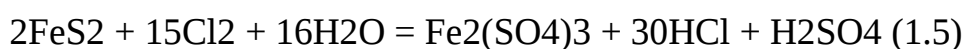
1.1.3. Underground leaching

During the underground leaching (UL) of gold, the field is developed without extraction of ore on a surface. It is opened with system of wells, some of which are used for giving the reagent to the ore (the lixivating solution), the others are used for the extraction of gold-bearing solution on the surface (extraction wells).

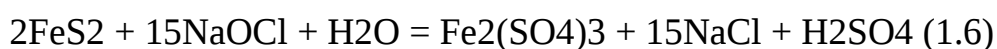
The enterprises for UL mining include a production complex, a system of transportation of solutions, and facilities for the processing. Besides cyanide, chlorine, iodine and

bromine-containing reagents are used for leaching. Most often UL is conducted with use of solutions of active chlorine. So, on fields of the Urals, hypochlorite of sodium and gaseous chlorine are used as solvents. Preparation of working solution on the field is conducted with use of the underground waters widespread in a contour of ore bodies. For simplification of the process of chlorination for leaching of gold, the chlorine received from calcium hypochlorite is also used. The last contains 33,9% of active chlorine and is as effective, as gaseous chlorine, but is safer.

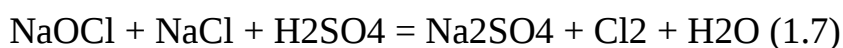
Chloride serves as a complexing agent in sour hypochlorite solution, when chlorine and HOCl are the oxidizing agents. The main consumer of chlorine in gold-bearing material are the sulfides presented generally by pyrites:



Dissolution of gold in the hypochlorite alkaline environment happens only in the presence of chloride salts with concentration of about 200-300 g/l. Sodium hypochlorite reacts with sulfides:



The sulfuric acid emitted at sulfide oxidation reacts with excess hypochlorite with formation of chlorine:



The acidic chloric environment favorable for gold dissolution is formed at oxidation of sulfides on reactions (1.5) and (1.6). The environment can become neutral and even alkaline at excess of hypochlorite; in this case dissolution of gold will sharply be slowed down, and the consumption of reagent will become unproductive. Thus, the best results are achieved at the differentiated concentration of hypochlorite in solution in the conditions of filtrational leaching.

The method of borehole UL is suitable for working off of both natural, and technogenic objects. Loose fields of various types belong to natural objects, processing of loose fields, contents of tailings dams, permafrost scatterings with economically acceptable content of metal belong to technogenic ones.

For example, UL is an optimum way of extraction of gold from the water-permeable oxidized and semi-oxidized aeration bark ores. It should be noted that the big lag effect as all processes proceed in a sub-soil is a characteristic of UL. At the same time the main object of negative impact is the water-bearing horizon.

1.2. Properties of the reagents used in technologies of receiving gold

The reagents which are applied to gold extraction (mercury, cyanides, chlorine, xanthogenates, etc.), are highly toxic chemicals.

Hydrogen cyanide acid and its salts cyanides of sodium and potassium belong to cyanides.

Hydrogen cyanide (hydrocyanic) HCN acid is colourless liquid with a slight smell of bitter almonds. There are two structural isomers: isocyanic hydrogen ($\text{HN}\equiv\text{C}$) and cyanic hydrogen ($\text{HC}\equiv\text{N}$).

Cyanides of sodium and potassium (KCN, NaCN) are colourless hygroscopic crystals, poorly smell of hydrocyanic acid; pH water solution 12, temperature of melting is $562\text{ }^{\circ}\text{C}$, density is $1,6\text{ g/cm}^3$. Cyanide of sodium can dissolve in water (at $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ solubility of 36,8% on weight), or in methanol (6,05% on weight at $15\text{ }^{\circ}\text{C}$). We will badly dissolve in liquid dioxide of sulfur, ethanol, dimethyl-formamide.

Cyanides of potassium and sodium can form readily soluble complex salts with metals, for example, with salts of gold $\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2]$ or silver $\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ from which then metal gold (or silver) is forced out by zinc.

In natural waters and soil solutions cyanides are basically in molecular HCN and dissociated CN^- forms. The form of cyanides substantially is defined by pH of the solution: in neutral and acidic environment it is present at a type of molecules, and in alkaline (for example, $\text{pH} > 8$) in the form of CN^- . In the molecular form, HCN is volatile compound while CN^- ion, reacting with metals and organic substances, drops out of solutions in a deposit. Ion CN^- can be also oxidized to OCN^- cyanates and SCN^- thiosulphates.

Cyanides are unstable compounds and rather quickly decay in environment. They are characterized by rather high reactionary ability, interact with various organic and inorganic compounds, and also react oxidations and polymerizations. As a result, less toxic than HCN substances are usually formed, and total of "free" cyanides in system decreases. Data on relative stability of cyanic connections are provided in table 1.1.

Table 1.1 - Relative stability of cyanide compounds.

Connectiontype		Structure	Note
Freecyanide		Freecyanide	The equilibrium depends on the pH (pKa of 9.2 at 25 ° C)
Simplecyanide s	Easilysoluble	NaCN, KCN, Ca (CN) ₂ , Hg(CN) ₂	Dissociate in water solution at low concentration below pH 8 generally are present at a type of HCN
	Almostinsoluble	Zn(CN) ₂ , CuCN, Ni(CN) ₂ , AgCN, Cd(CN) ₂	
Complexes of metals	Weak	Zn(CN) ₄ ²⁻ , Cd(CN) ₃ ⁻ , Cd(CN) ₄ ²⁻	Dissociateeasily
	Moderately strong	Cu(CN) ₂ ⁻ , Cu(CN) ₃ ²⁻ , Ni(CN) ₄ ²⁻ , Ag(CN) ₂ ⁻	Dissociatemoderately
	Strong	Fe(CN) ₆ ³⁻ , Fe(CN) ₆ ⁴⁻ , Co(CN) ₄ ⁴⁻ , Au(CN) ₂ ⁻ , Hg(CN) ₄ ²⁻	Difficult dissociate, are very stable
Inorganic	Inorganic	Dissociateeasily, cyanateunstable	Dissociate easily, cyanate is unstable
Organic (nitriles)	Organic (nitrites) aliphatic	Stable	Stable
	Aromatic	Stable	Stable

Chlorine (Cl₂) represents heavy (2,5 times heavier than air) yellow green gas with a pungent suffocating smell. Temperature of melting is -100,98 °C, boiling temperature - 33,97 °C. Solubility of chlorine in water at 10 °C makes 3,15 l on 1 l of water, at 20 °C - 2,3 l. The formed solution is usually called chloric water.

Chemically chlorine is very active and reacts almost with all substances, including many organic compounds. Reaction of chlorine with organic compounds

leads to formation of a set of organochlorine products. For example, it quickly joins non-limiting connections with double and threefold carbon - carbon communications (reaction with acetylene goes with explosion). Under certain conditions chlorine can replace atoms of hydrogen in organic compounds.

It is known that when processing chlorine of natural water used for drinking, various organochlorine connections of high concentration are formed. For example, the main volatile organic compounds are trihalomethanes (trichloromethane, dihlorbrommetan , dibromochloromethane, tribrommetan) and other volatile chlorinated (carbon tetrachloride , dichloroethane, di-, tri- and tetrahydroetilen et al .), which have cancerogenic and mutagen effect. Besides, the wide range of nonvolatile and restrictedly volatile compounds – chloracetic acids, chloracetoneitriles, the chlorinated ketones, chlorphenols and chlorquinones, the chlorinated biphenyls, the polychlorinated aromatic hydrocarbons, dioxine, etc. can be formed at chlorination of natural water.

1.2.1. Toxicity of the reagents used in modern technologies of gold receiving

Hydrogen cyanide acid and its connections are highly toxic. Degree of toxicity and concentration of free cyanide in components of environment depend on the following factors:

- temperature and acidity of the environment (pH);
- content of free oxygen;
- ionic force;
- sizes and features of organisms.

The description of some factors influencing toxicity of cyanides is presented in table 1.2.

Table 1.2 – Influence of a number of factors on toxicity of solutions of cyanides.

Factors	The limits change factor	Effect on the toxicity of the solution
Dissolved oxygen	Less than 100% saturation	Toxicity increases
Temperature	6-18 ° C	The toxicity increases 3 times

		with an increase of 12 ° C
Salinity	0.9 - 1.7%	Toxicity increases in direct proportion to the increase in the salinity of the solution
The presence of ammonium	0.35 - 0.7 mg / l	Toxicity is increased by more than 2 times
pH	above 8.5	With the growth of toxic pH decreases slightly

Hydrocyanic acid can come to a human body through the mucous membrane of airways, the digestive tract, or insignificantly through the skin. The probability of inhalation is possible when cyanides are present at a form of an aerosol, fog, dust or smoke. The cyanides which have come to an organism violate blood circulation and oxygen supply because of blocking of respiratory enzymes and disorder of tissue respiration. At long-term influence violations of functions of a thyroid gland are noted. Having got to blood, hydrocyanic acid quickly dissociates with formation of CN ion and is distributed through body structures, being exposed to metabolic transformations. At the same time there is a partial oxidation to cyanic acid (HCNO) and further to CO₂ and ammonia; however, the main amount reacts with the substances containing sulfur and forms low-toxic connections – thiocyanates (CNS⁻). Thus, cyanides do not accumulate in live organisms because they are transformed to thiocyanates which are less toxic substances.

Content of cyanides in the environment is strictly normalized. In table 1.3 sanitary and hygienic standards of cyanides concentration are provided for environmental objects in different countries.

It should be noted that according to the standards (maximum concentration limit) established in Russia, thiocyanates and cyanides are equally toxic substances, while in foreign countries environmental standards on thiocyanates are absent. In Russia the maximum concentration limit of thiocyanates in drinking water equals 0,1 mg/dm³.

Chlorine is extremely dangerous substance for humans. It causes heavy skin burns of skin and mucous membrane of eyes, or pulmonary edema.

Maximum permissible concentrations of organochlorine connections are provided in table 1.3.

Table 1.3 – Sanitary and hygienic standards for cyanides content in environmental objects

Country	Environmentcomponent	Standard		Valueofthestar
Russia	Air	HCN maximum concentration limit in air of a working zone		0,3 mg/m ³
		HCN maximum concentration limit in air of a residentialzone		0,01 mg/m ³
	Water	CN-maximum concentration limit in a reservoir of economicanddrinkingappointment		0,035 mg/dm ³
		CN-maximum concentration limit in a reservoiroffisheryappointment		0,05 mg/dm ³
Canada	Soil	Maximum concentration limit, calculated on allocation from the soil (HCN): - farmlands and earth of a residential zone - earth of an industrial zone		0,9 mg/kg 8,0 mg/kg
	Drinkingwater	CN-maximum concentration limit Province	British Columbia	0,1-0,5 mg/dm ³
			Quebec	1,5 mg/dm ³
			Ontario	2,0 mg/dm ³
Netherlands	Soil	Reference level of free cyanides (HCN, CN-) Reference level of complex cyanides		1 mg/kg 5 mg/kg
GreatBritain	Soil	Maximum concentration limit for personal plots and recreation areas: - HCN, CN- - complexcyanides		500mg/kg 100 mg/kg
USA	Groundwaters	Entrance to superficial reservoirs (HCN, CN-) (depending on the region)	Wyoming	0,01-0,02 mg/
			Colorado	to 10 m g/dm ³
	Soil	Maximum concentration limit for farmlands (HCN, CN-)		0,1mg/m ³
India	Water (waste)	Entrance to superficial reservoirs (CN-) (depending on the region) Wyoming		0,2mg/m ³

At chlorine neutralization of the cyanides-containing sewage chlorocyanogen (ClCN) forms, which can be easily detected by its lachrymatory effect. The irritant effect of chlorocyanogen vapors on eyes and respiratory organs does not have any latent period. The intolerable concentration, causing lachrymatory effect and eyelid spasm makes 0,06 mg/dm³; the lethal effect is possible at concentration 0,4 mg/dm³ and 10 min exposition. To avoid formation of free hydrocyanic acid and chlorocyanogen it is necessary to add alkali to the solution. Sanitary and hygienic standards of chlorine and its inorganic compounds content for objects of environment are provided in table 1.4.

Table 1.4 – Sanitary and hygienic standards of content of chlorine and its inorganic compounds in objects of environment

A component of the natural environment	Standard	Standard value
Air	MPC chlorine in the working area	1 mg / m ³
	HCl the exposure zone	5 mg / m ³
	MPC chlorine in atmospheric air	0.1 mg / m ³
	MPC HCl in air	0.2 mg / m ³
	MPC OCl- in the air	
Water	MPC Cl- in water reservoirs of fishing industry	300 mg / dm ³
	Chlorine residual free drinking water	0,3-05
	Chlorine residual in the drinking water related	0.8-1.2
	MPC Cl- in drinking water	350 mg / dm ³
Soil	The content of Cl-:	<0,01%
	- unsalted	0,01-0,035%
	- salted	0,035-0,07%
	- medium salted	>0,07-0,14%
	- strong salted	0,14%
	- Very strongly saline	

1.3. Brief information on the technogenic emergencies connected with use of cyanides

The main negative ecological factor of hydrometallurgy technology is the use of dangerous chemical reagents. So, the emergency situations arising at the enterprises are followed by the release of toxic substances into the environment and cause negative impact. About 90% of the world gold- extracting enterprises use cyanides of sodium or potassium. In 2010 there were about 875 such enterprises, and the number of accidents dramatically increases.

Ecological accidents can happen both at large, and at small enterprises. The reasons of emergency situations can be sodium cyanide transportation to the place of its use; pipelines breaks; leaks from tailings dams (i.e., because of release of the suspensions containing the increased cyanides concentration) in nearby reservoirs; leaks through a waterproofing layer from dumps or tailings dams; overflow; earthquakes.

Over the last 50 years, in mining industry only 12 of 67 accidents have been connected with emission of cyanides into environment. About 72% of the happened accidents are connected with break of dams of tailings dams, 14% with transportation of cyanides and with pipelines breaks.

Thus, the break of the tailings dam in Karamensky GOK in August 2009 caused poisoning of people, death of fish and vegetation. The drainage and storm waters dumped in the Kurasanriver (Chelyabinsk region) without cleaning, have led to excess of maximum concentration of copper in water by 1380 times, zinc – by 180 times, mercury – by 110 times, cyanides – by 1,4 times. Dead fish was found in the river at distance of six kilometers from the place of dumping. Owing to violation of the technological mode on a site "Pioneer" of JSC Pokrovskyrudnik (Zeya) in January 2014, the chemicals which have got from the mine to environment have painted snow in red color. Violation of a bed of a settler of the tailings dam could be the cause of this leak.

The cyanides released into Issyk-Kul in 2004 in the Kyrgyz Republic have led to failure of a tourist season. As a result of emission of 1762 kg of sodium

cyanide in the Barskoonriver (1998), 2577 people had got poisoning, 850 people were hospitalized with symptoms of serious poisoning. In Kazakhstan in October 2011 there was a break of the antifiltrational screen; however well-timed actions allowed to avoid serious ecological and social losses. In 2008 pipeline break at a gold mine in Wutong (China) caused a hit of high cyanides concentration slime in a water reservoir which was a source of drinking water for the city. In 2011 in Kyutakhye's province of Turkey heavy rains resulted in washout of a tailings dam, and cyanides were released into the environment. Major accidents occurred in Romania (Bai-Mar) where the tailings dam was ruined because of pouring rains; as a result, 20 t of sodium cyanide wastes were washed away into the Samoshriver, and the poisoned water reached the Yew and the Danube, causing death to thousands of tons of fish throughout 1200 km distance.

Thus, the given examples demonstrate that cyanides leaks inevitably harm the environment. Such accidents, as a rule, are short-term, and their influence to water flora and fauna lasts from several hours to several days, usually not causing long-term ecological consequences. The spill of technological solutions is dangerous not only because of cyanic compounds presence, but also because of high concentration of heavy metals, including mercury, cadmium, etc. Cyanides are usually neutralized by means of chemical reagents; however, influence of technological solution continues. At the same time, menace of this solution significantly depends on the agent used for cyanides oxidation. In certain cases the toxicity even increases due to the formation of by-products.

Restoration of environmental components also happens due to the processes of self-cleaning, and instability of cyanic compounds. It is known that cyanides are easily hydrolyzed and form volatile substance of hydrogen cyanide which spreads in the atmosphere quickly enough. When entering superficial reservoirs, cyanides under the influence of sunlight and biodegradation turn into less toxic substances. Thus, the water analysis taken in Romania after emergency hit of cyanic drains into the river resulting in total loss of phyto- and zooplankton, showed that the restoration of those organisms happened in only several days after the accident.

Transformation of cyanides is significantly slowed down in oxygen-poor underground waters or soils, where they can remain unchanged in the underground horizons long enough.