

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ
Кафедра социально-экономической географии и природопользования

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ
В ГЭК И ПРОВЕРЕНО НА ОБЪЕМ
ЗАИМСТВОВАНИЯ
и.о.заведующей кафедрой

к.г.н., доцент
 И.Д. Ахмедова
24.06 2019 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(магистерская диссертация)

ОЧИСТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ
(НА ПРИМЕРЕ ЗАКРЫТОГО АКЦИОНЕРНОГО ОБЩЕСТВА
«КУМТОР ГОЛД КОМПАНИ»)
05.04.06 Экология и природопользование
Магистерская программа «Рациональное природопользование»

Выполнила работу
студентка 2 курса
очной формы обучения



Алиева
Дариха
Алманбетовна

Научный руководитель
к.г.н. доцент



Выходцев
Александр
Михайлович

Рецензент
Заведующий отделом
лаборатории ЧБТУ
ГАООС И ЛХ



Садыкбеков
Турар
Асанович

г. Тюмень, 2019

Оглавление

Введение.....4

ГЛАВА 1 КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОД ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗОЛОТОИЗВЛЕКАТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ.....	6
1.1 Общие сведения.....	6
1.2 Физико-географическая и климатическая характеристика района	8
1.3 Гидрогеологическая характеристика района.....	9
1.3.1 Источники воды производства.....	9
1.3.2 Использование воды на производстве.....	9
1.4 Технологический процесс работы фабрики.....	11
1.5 Характеристика промышленных сточных вод.....	13
1.5.1 Основные показатели качества сточных вод.....	14
1.6 Анализ качества сточных вод.....	17
1.7 Общий количественный анализ забор воды и сброс.....	25
1.7.1 Сбросы с очистные сооружения промышленных стоков.....	27
1.7.2 Сбросы с очистные сооружения хозяйственно-бытовых стоков.....	28
ГЛАВА 2. ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ.....	33
2.1 Краткая характеристика токсичных веществ.....	33
2.2 Процесс очистки промышленных сточных вод.....	35
2.2.1 Химический метод очистки.....	36
2.2.2 Механический метод.....	39
2.2.3 Физико-химический метод очистки.....	40
ГЛАВА 3. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО МЕТОДА ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД.....	42
3.1 Комплексная очистка сточных вод.....	42
3.2 Ионообменные смолы для очистки сточных вод.....	47
3.3 Преимущества метода.....	49
Заключение.....	50
Список использованных источников.....	51

Введение

Актуальность темы исследования. В настоящее время одной из наиболее актуальных экологических проблем является предотвращение загрязнения водных объектов, в первую очередь поверхностных водоемов, промышленными сточными водами, содержащими токсичные металлы. Как известно, металлосодержащие сточные воды образуются на промышленных предприятиях в результате технологической обработки различного сырья, материалов и изделий из них.

Качество воды занимает особое определяющее место в системе охраны природы, здоровья населения, а также диагностики и профилактики болезней животных. Антропогенное воздействие, уровень использования природных ресурсов и степень деградации окружающей среды породил ряд региональных, а также глобальных экологических проблем, связанных с качеством воды.

Цель исследования: оценить качество очистки промышленных сточных вод от токсичных веществ, при эксплуатации золотоизвлекательной фабрики Закрытого акционерного общества «Кумтор Голд Компани».

Задачи исследования:

1. проанализировать качественный и количественный состав промышленных сточных вод при эксплуатации золотоизвлекательной фабрики, Закрытого акционерного общества «Кумтор Голд Компани»;
2. изучить эффективность методов очистки промышленных сточных вод от токсичных веществ, при эксплуатации золотоизвлекательной фабрики Закрытого акционерного общества «Кумтор Голд Компани»;
3. определить возможности использования ионообменный метод для очистки промышленных сточных вод при эксплуатации золотоизвлекательной фабрики Закрытого акционерного общества «Кумтор Голд Компани».

Объектом исследования являются промышленные сточные воды, образующиеся в результате деятельности Закрытого акционерного общества «Кумтор Голд Компани»

Предметом исследования являются методы очистки промышленных сточных вод, образующиеся в результате деятельности Закрытого акционерного общества «Кумтор Голд Компани».

Защищаемые положения:

1. Существующие методы очистки промышленных сточных вод от токсичных веществ при эксплуатации золотоизвлекательной фабрики Закрытого акционерного общества «Кумтор Голд Компани» не эффективны, и, таким образом, создают угрозу экологической безопасности окружающей среды на территории вокруг предприятия.

2. Для очистки промышленных сточных вод при эксплуатации золотоизвлекательной фабрики Закрытого акционерного общества «Кумтор Голд Компани» необходимо применять комплексные методы, что позволит снизить уровень угрозы экологической безопасности окружающей среды на территории вокруг предприятия.

ГЛАВА 1 КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОД ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗОЛОТОИЗВЛЕКАТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

1.1 Общие сведения

Закрытого акционерного общества «Кумтор Голд Компани»

Кыргызстан – удивительная горная страна, расположенная в самом сердце Центральной Азии. На севере Кыргызстан граничит с Казахстаном, на востоке – с Китаем, на юге – с Таджикистаном, на западе – с Узбекистаном. Около 3/4 территории занимают горы.

Кумтор - одно из самых высокогорных месторождений золота в мире. Оно расположено в восточной части Срединного Тянь-Шаня на высоте свыше 4000 метров над уровнем моря, в зоне вечной мерзлоты. Месторождение находится в Иссык-Кульской области в 350 км от столицы Кыргызской Республики Бишкека и имеет большое значение в стабилизации экономики нашей Республики. Запасы месторождения оцениваются, в несколько сотен тонн золота и по запасам золота входит в десятку крупнейших месторождений мира.[28]

Золоторудное месторождение Кумтор расположено на северо-западном склоне хребта Срединного Тянь-Шаня. Основной доступ на месторождение осуществляется по дороге Барскаун-Карасай (45км) и по новой дороге вдоль реки Арабель-Суу (40км) в урочище. На территории Кумтора проводилась разведка полезных ископаемых с перерывами, начиная с 20-х годов XX века. Кумторское месторождение было открыто летом 1978 года. В период с 1979 по 1989 годы было проведено всестороннее исследование месторождения, включая геофизическую и геохимическую съемку, закладку шурфов, поверхностное и глубинное разведочное бурение.

Предварительные изыскательские работы были начаты экспедицией Академии Наук СССР в 1929 году. Тогда был исследован район Каракола, Узенгугуша и Нарына, включая горный хребет Ак-Шийрак. Было сделано заключение, что дальнейшие изыскания не имеют перспективы обнаружения значительных запасов полезных ископаемых. В 1935 году другая экспедиция обнаружила присутствие золота в аллювиальных отложениях выше по течению реки Каинды.

В конце 50-х годов было осуществлено крупномасштабное геологическое картирование района. В аллювиальных отложениях реки Кумтор были обнаружены следы золота.

В результате отобрано около 70 тысяч проб, анализ которых превзошел все ожидания. По запасам золота Кумтор вошел в десятку самых крупных месторождений золота в мире.

Однако добыча золота усложнялась суровыми условиями в районе месторождения. Высота, на которой оно расположено, составляет 3900-4150 метров над уровнем моря. В районе Кумтора, в зоне вечной мерзлоты и активных ледников, климат континентальный. На метеостанции «Тянь-Шань», расположенной в 5км от рассматриваемого участка, имеются записи данных наблюдений за 50 лет. В любое время года могут произойти заморозки, снегопад. Температура воздуха поднимается выше нуля только в дневное время короткого периода с июня по август. В это время ежедневно льют дожди, перемежаясь со снегом. Зимой – земля, до глубины 200 метров находящаяся во власти вечной мерзлоты, покрыта снегом более 7метров. Половина площади месторождения покрыта ледником Давыдова мощностью до 50метров. По этим же причинам разработка месторождения была отложена на третье тысячелетие, т.е. на 2010 год . [28]

Но Кыргызстан, молодая республика, получив независимость, нуждалась в золоте для обретения экономической независимости и в 1992 году заключила договор с канадской горнодобывающей корпорацией «Камеко» о совместной разработке Кумтора. В течение 1993 года «Кумтор Голд Компани», дочерняя компания «Камеко», созданная и зарегистрированная в Кыргызстане, разработала технико-экономическое обоснование разработки месторождения, со всей очевидностью доказавшее возможность эффективной и экономичной добычи золота Кумтора. Согласно договору Кыргызстан получит две трети будущей прибыли от добываемого золота, канадской же стороне остается одна треть. Разработка проекта будущего рудника была начата с исследований и анализа существующих природных и социальных условий в районе месторождения.

Специалисты компании внесли в проект десятки дополнений. Была увеличена глубина карьера и снижено бортовое содержание золота, что позволило увеличить добычу золота и продлить срок существования предприятия. Но рост цен на оборудование, материалы и услуги требовали дополнительных затрат на строительство. Тем не менее, освоение месторождения стоило всех тех усилий и средств.

Необходимо также отметить в дальнейшем развитие в Республике золотодобывающей отрасли. Она имеет важное значение для экономики и валютного резерва государства.[28]

1.2 Физико-географическая и климатическая характеристика района

Объект административно относится к Джети-Огузскому району Иссык-Кульской области Республики Кыргызстан. Месторождение Кумтор расположено в горах Срединного Тянь-Шаня юго-восточной части Кыргызстана. Оно залегает в ориентированном северо-восточном направлении хребта Ак-Шийрак на высотах от 4000 до 4300м над уровнем моря. Горные пики вдоль хребта Ак-Шийрак достигают максимальных высот около 4800м, при этом максимальная высота пиков в районе месторождения составляет около 4500м.

Рудное тело расположено на топографическом водоразделе между ледниками Давыдова и Лысым и частично покрыто неподвижным языком ледника Лысый. Зона месторождения дренируется стекающим в северо-западном направлении ручьем Чон-Сарытор. Склоны долины вдоль Чон-Сарытора имеют уклон в пределах 14-20 градусов.

Регион характеризуется суровым континентальным климатом. Среднегодовая температура составляет $-7,8^{\circ}\text{C}$ с колебаниями минимальной среднемесячной температуры от $-28,8^{\circ}\text{C}$ в январе, до $+1,7^{\circ}\text{C}$ в июле. Абсолютный минимум температуры, зарегистрированный метеостанцией «Тянь-Шань», составляет $-48,6^{\circ}\text{C}$ и абсолютный максимум $+22,9^{\circ}\text{C}$. Среднегодовое число часов солнечного сияния по данным метеостанции составляет 2586 часов. Снежный покров относительно тонкий, в среднем, 10-20см на дне долины. Наибольшая толщина снежного покрова около 60см. Наличие снега отмечается в течение всех месяцев года. [36]

Район месторождения находится в одной из крупнейших в Средней Азии зон вечной мерзлоты. Глубина слоя по имеющимся данным достигает от 130 до 400м. Температура мерзлоты ниже глубины сезонных колебаний температуры лежит в пределах от $-2,6^{\circ}\text{C}$ до $-5,6^{\circ}\text{C}$. Месторождение Кумтор расположено в регионе с высокой сейсмической активностью, связанной с тектоническим сжатием в результате продолжающейся конвергенции между Индией и Евразией. Конвергенция происходит со скоростью около 50мм в год, что проявляется в сокращении Тянь-Шаньского региона со скоростью около 20мм в год. Наиболее крупные в истории землетрясения в данном регионе, имевшие силу более 8 баллов, происходили вдоль северной границы Тянь-Шаня к северу от озера Иссык-Куль. Внутренний Тянь-Шань в районе Кумтора имеет более скудную информацию в отношении сейсмичности.

Гидросистема района состоит из небольших ручьев, рек, а также мореных озер. Речная сеть и озера имеют снеговое и ледниковое питание.

Энергетическое обеспечение осуществляется от ЛЭП-110 кВ Иссык-Кульского энергетического кольца. Из местных строительных материалов могут быть использованы гравийно-галечные отложения речных долин и бутовый камень.

В качестве исходного пункта подъездного пути к месторождению Кумтор по данному проекту принят город Бишкек - столица Кыргызской Республики, откуда будут поставляться основные товары и где будут организованы службы для перевозки и доставки товаров в областной центр Иссык-Кульской области город Каракол, который также станет центром снабжения и обслуживания. Расстояние от города Бишкек до месторождения Кумтор составляет 460км. Ближайшая железнодорожная станция находится в городе Балыкчи на расстоянии 280км от месторождения. [36]

1.3 Гидрогеологическая характеристика района

Район месторождения Кумтор с точки зрения гидрогеологии изучен слабо. Это связано с труднодоступностью его местоположения. Район относится к зоне широкого распространения многолетней мерзлоты, оттаивание почвы в летний период достигает до 111см. По современным данным над мерзлотных подземных вод нет. Все реки и ручьи имеют ледниковое питание, дебит их резко меняется в зависимости от времени года. Также здесь находятся моренные озера, из которых осуществляется обеспечение питьевой и технической водой золотодобывающего комплекса. С технической точки зрения наряду с гидрогеологическими изысканиями на месторождении необходимы исследования мерзлых грунтов для выяснения условий проходки горных подземных выработок.[36]

1.3.1 Источники воды производства

На руднике есть два основных источника воды. Это озеро Петрова и воды которые результате таяние ледников и осадков накапливающиеся в карьере месторождения. Большая часть используемой воды забирается из озера Петрова. Предприятия также откачивает большие объёмы воды из карьера, часть этой воды используется на фабрике, снижая тем самым потребление воды из озера Петрова. В 2017 г. использовали около 5,21 млн м³ воды из озера Петрова – почти столько же, сколько и в прошлом году (5,25 млн м³). В 2017 г. из карьера откачено 26,02 млн м³ воды, включая подземные и ледниковые воды. Из этого количества 1,14 млн м³ воды использовано фабрикой, а остальной объём (24,88 млн м³) отведён в окружающую среду.[36]

1.3.2 Использование воды на производстве

Вода на предприятии используется для производственной деятельности (в основном на фабрике) и для коммунально-бытовых нужд в лагере рудника, его офисах и мастерских.

Основные задачи предприятия по использованию водных ресурсов включают:

- Предоставление безопасной питьевой воды для сотрудников предприятия;
- Удаление воды и льда с территории карьера для обеспечения безопасного доступа к руде и создания стабильных и безопасных условий работы;
- Гарантию того, что возвращаемая в естественную среду вода безопасна и соответствует установленным критериям качества;
- Управление стоком для сокращения количества отложений, попадающих в поверхностные воды.[27]

Рисунок 1- Использование воды на предприятии «Кумтор».

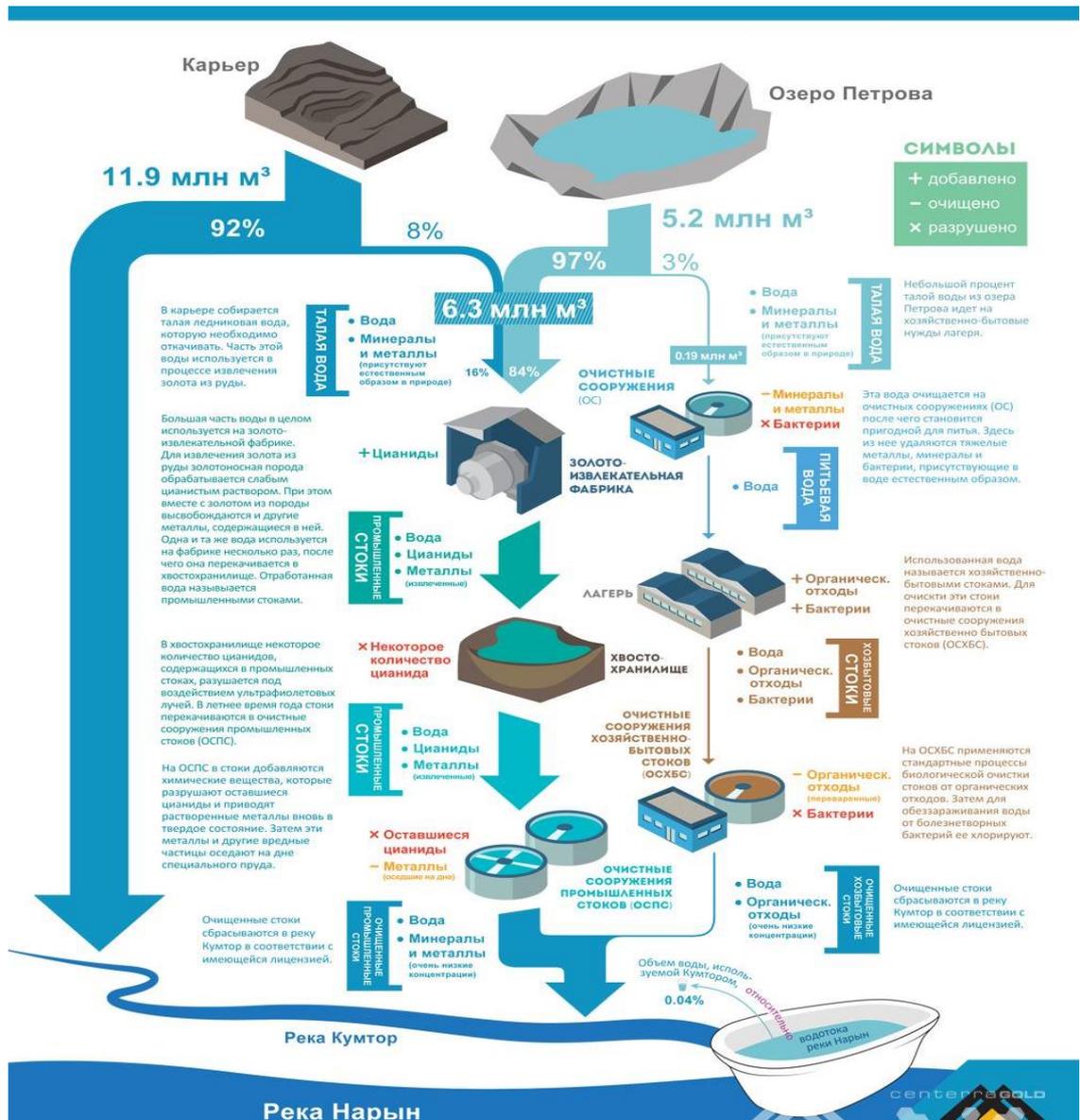


Рисунок 1- (Электронный ресурс www.kumtor.kg)

1.4 Технологический процесс работы фабрики

Руда на фабрику поступает с различных рудных складов, на которых хранится руда с различными металлургическими характеристиками и разным содержанием металла, что определяется данными по контролю содержания, и таким образом, руда, подаваемая на фабрику, смешивается для оптимизации процесса извлечения золота. Конусная дробилка уменьшает размер руды до минус 200 миллиметров. Затем руда подается на рудный склад грубого материала, откуда подается на измельчение. Номинальная мощность рудного склада составляет 100 000 тонн, а полезная мощность составляет приблизительно 15 000 тонн.

Первичное измельчение осуществляется на мельнице полу-самоизмельчения 6 340 кВт диаметром 9,14 м и длиной 4,27 м, работающей в замкнутом цикле с подачей через барабанный грохот на галечную дробилку. Вторичное измельчение осуществляется на шаровой мельнице 4 100 кВт диаметром 5,49 м и длиной 7,92 м, работающей в замкнутом цикле, с диаметром гидроциклонов 660 мм. Слив гидроциклона класса 80%, пропуская 140 мкм, подается на флотационное обогащение, которое состоит из двух параллельных рядов девяти флотационных машин 42 м³.

Общий сульфидный флотационный концентрат, представляющий от 7 до 11% изначальной загрузки мельницы, образуется с содержанием от 30 до 50 г/тону золота, с извлечением золота от 87 до 92 % в концентрат. Флотационный концентрат сгущается в концентрат промывочного сгустителя диаметром 15,2 м. Сверхтонкое измельчение флотационного концентрата осуществляется в два этапа. Флотационный концентрат из промывочного сгустителя сначала измельчается до 90%, пропуская 20 мкм, на шаровой мельнице 4 100 кВт диаметром 5,49 м и длиной 7,92 м, работающей в замкнутом цикле с диаметром гидроциклонов 150 мм. После сгущения в массу твердой фазы 50% в сгустителе с использованием раствор активированного угля (CIL) диаметром 15,2 м, концентрат далее измельчается до 95- 98%, пропуская 20 мкм, на мельнице сверхтонкого измельчения 2 600 кВт, которая была внедрена в октябре 2005 г. [28]

Мельница сверхтонкого измельчения обеспечивает дополнительное дифференциальное высвобождение тугоплавкого золота (2-5 микрон) в составе пиритов.

Концентрат растворяется до 45% твердой фазы, проходит процесс предварительной аэрации в течении 40 часов и процесс выщелачивания в течении 80 часов в цикле выщелачивания «углерод с растворе» («CIL»), состоящего из шести последовательных резервуаров для перемешивания диаметром 14,6 м и высотой 14,6 м. Цианистый раствор, гашенная известь и активированный уголь, добавляются в процессе выщелачивания для поддержания концентрации углерода 14 грамм на литр (г/л).

Хвосты флотации сгущаются до 50% твердой фазы в сгустителе хвостов флотации диаметром 25,9 м и выщелачиваются в цикле «углерод в растворе» (CIL), который состоит из трех последовательных резервуаров для перемешивания диаметром 14,6 м и высотой 14,6 м.

Цианистые примеси ниже в цикле выщелачивания хвостов по сравнению с концентратом выщелачивания, а концентрация углерода составляет 8 г/л. Слив из всех четырех сгустителей используется в качестве оборотной воды для всего процесса. Углерод, в обоих циклах «углерод в растворе», способствует направлению противотока на шламовый поток, а загруженный углерод из первого резервуара CIL с отходами флотации перекачивается в третий резервуар CIL с концентратом для последующей загрузки. Загруженный углерод из первого резервуара CIL с концентратом перекачивается в установку по извлечению золота. Общее количество углерода составляет приблизительно 300 тонн. Загруженный углерод десорбируется в двух параллельных 7-тонных колоннах десорбции углерода. Золото далее извлекается посредством процесса гидролиза. Частицы золота вымываются из катодов, высушиваются и выплавляются в индукционной печи и отливаются в слитки Доре. Углерод регенерируется в горизонтальной электропечи 2 400 кВт для повторного использования в циклах «углерод в растворе». [29]

В процессе обогащения и извлечения золота из руд вода является технологической средой, а по выходе из технологического процесса приобретает черты побочного продукта. При этом состав сточных вод рудообогатительных фабрик отличается сложностью. Это связано как с особенностями состава руды, так и с разнообразием используемых флотореагентов. Последние поступают в сточные воды на разных стадиях технологического процесса. Качественный состав сточных вод фабрик зависит от технологического режима, интенсивности выщелачивания полезных компонентов из руды, расхода и номенклатуры применяемых флотореагентов. Характерным для сточных вод является большое содержание взвешенных веществ, низкая прозрачность, относительно высокая минерализация и разнообразие специфических ингредиентов, высокое содержание тяжелых металлов, цианидов и их комплексов с металлами, роданидов. Так, например, при извлечении золота из углисто-мышьяковистых руд применяют метод прямого цианилирования, и сточные воды золотоизвлекательных фабрик содержат до 4–12 г/л цианидов, 0,5–0,9 г/л роданидов, простые и комплексные цианистые соединения меди, цинка и т.д. Наиболее распространенными и экологически опасными флотореагентами являются сульфгидрильные собиратели: ксантогенаты, дитиофосфаты и органические производные сероводорода – меркаптаны и тиофенолы. Остаточное содержание сульфгидрильных собирателей в сточных водах составляет 0,2–

2,5 мг/л. Остаточное содержание цианидов сточных водах изменяется в диапазоне от 100 до 1 мг/л.[28]

Рисунок 2. Процесс работы Золотоизвлекательной фабрики (ЗИФ)



Рисунок 2- (Электронный ресурс www.kumtor.kg)

1.5 Характеристика промышленных сточных вод

В Кыргызстане тоже содержание химически опасных веществ в воде регулируется нормативами, определяющими предельно допустимые концентрации (ПДК), и предельно допустимые сбросы (ПДС) химических веществ в воде водоемов хозяйственно-питьевого, и культурно-бытового водопользования.

Сточными являются воды, использованные на бытовые и производственные нужды и загрязненные различными нежелательными примесями, изменившими их первоначальный состав и свойства, а также воды, стекающие с территории населенных пунктов и промышленных предприятий в результате выпадения атмосферных осадков. В зависимости от источника происхождения, вида и состава сточные воды классифицированы на бытовые, производственные и атмосферные.

- Производственные – использованные в технологическом процессе производства или получающиеся при добычи полезных ископаемых.
- Бытовые – от санитарных узлов производственных, и не производственных корпусов и зданий, а также от душевых установок, имеющих на территории, промышленных предприятий.
- Атмосферные – дождевые и оттаивание снега.

Далее речь идет только о промышленных сточных водах. К промышленным сточным водам относятся воды, использованные в технологических процессах и не отвечающие более требованиям, предъявляемым к их качеству. Как отмечается, вещества, которые остаются после переработки золота и которые не могут быть использованы вновь, называются промышленными стоками. [15]

В зависимости от состава примесей и специфичности их действия на водные объекты производственные сточные воды разделены на группы:

- Воды, содержащие токсичные неорганические примеси, вызывающие изменение рН воды водоемов;
- Воды, содержащие нетоксичные органические вещества; при попадании их в водоем возрастает окисляемость, снижается концентрация растворенного кислорода в воде;
- Воды, содержащие токсичные органические вещества; при попадании их в водоем значительно ухудшается качество природной воды, она становится опасной для флоры и фауны.[15]

1.5.1 Основные показатели качества сточных вод

Качество сточных вод в целом характеризуются разнообразными показателями, важнейшие из которых рассматриваются ниже.

Температура - это Физический показатель качества воды. Температура влияет на вязкость среды и, следовательно, на скорость осаждения взвешенных частиц. Кроме влияния на процессы осаждения температура является также важным технологическим параметром биологических процессов очистки, так как от нее зависят скорость биохимических реакций и растворимость в воде кислорода, необходимого для жизнедеятельности микроорганизмов.

Окраска - бытовые сточные воды, как правило, окрашены слабо. Интенсивная окраска показывает наличие производственных сточных вод, особенно от предприятий легкой промышленности, где в большом количестве используются разнообразные красители. *Запах* – органолептический показатель качества воды, их вызывают летучие пахнущие вещества. Запах бытовых стоков довольно характерен и представляет собой смесь запахов

фекалий и разложений органических веществ. Запах производственных стоков весьма разнообразен и зависит от вида производства.

Прозрачность — показатель степени общей загрязненности воды. Прозрачность городских сточных вод обычно не превышает 3—5 см. Сточные воды после биологической очистки имеют прозрачность более 15 см. Водородный показатель. Величина рН – мера активной реакции среды, или активной кислотности, обусловленной присутствием в растворе свободных ионов водорода. Сточные воды, сбрасываемые в систему водоотведения города, должны иметь значение рН в пределах 6,5—8,5. Требование обусловлено тем, что кислые и щелочные сточные воды разрушающе действуют на материал коллекторов и могут нарушать биохимические процессы очистки сточных вод.

Сухой и плотный остаток. В отличие от анализа природных вод сухой остаток сточных вод определяют из натуральной (не фильтрованной) пробы, поэтому он является показателем суммарного содержания загрязнений во всех агрегатных состояниях. Плотный остаток определяется из фильтрованной пробы и показывает содержание веществ в коллоидном и истинно растворенном состоянии. В сточных водах, поступающих на сооружение биологической очистки, плотный остаток не должен превышать 10 г/л, так как жизнедеятельность микроорганизмов в более минерализованной среде нарушается. Определения проводят, как и в анализе природных вод.

Содержание взвешенных веществ — одна из важнейших характеристик состава сточных вод. Этот показатель используется для расчета первичных отстойников и для определения количества образующихся осадков. Концентрация взвешенных веществ в городских сточных водах составляет 100-500 мг/л. С достаточной степенью точности этот показатель может быть определен как разность сухого и плотного остатков. Содержание оседающих веществ — часть взвешенных веществ, которые оседают на дно отстойного цилиндра за 2 ч отстаивания в покое. Длительность отстаивания, равная 2 ч, определена на основании экспериментальных наблюдений, которые показали, что дальнейшее увеличение продолжительности процесса практически не изменяет результата, достигнутого за это время. Концентрацию оседающих веществ выражают по объему (мл/л) и по массе (мг/л).

Потери при прокаливании — это абсолютное количество улетучившихся примесей; показатель выражается в мг/л. Зольность — отношение массы остатка после прокаливании к массе первоначально взятого твердого образца, выражается в процентах.

Химическая окисляемость определяет общее содержание в воде восстановителей — органических и неорганических, реагирующих с окислителями. В сточных водах

преобладают органические восстановители, поэтому, как правило, всю величину окисляемости относят к органическим примесям воды.

Биохимическая окисляемость определяет содержание в воде органических примесей, которые могут быть окислены биохимическим путем. Окисление осуществляют аэробные гетеротрофные бактерии. По аналогии с ХПК окисляемость с использованием окислительной способности бактерий называют биохимической потребностью в кислороде, или БПК.

Содержание синтетических поверхностно-активных веществ. СПАВ — группа химических соединений, присутствие которых в сточных водах особенно угрожает санитарному состоянию водоема (водоприемника) и резко отрицательно сказывается на работе очистных сооружений.

Присутствие, СПАВ в сточных водах снижает способность взвешенных веществ к оседанию, тормозит биохимические процессы, способствует возникновению пены в сооружениях и водоемах. Наличие СПАВ в водоемах ухудшает процессы их самоочищения от остаточных загрязнений, вносимых с очищенными водами. Содержание анионных СПАВ в природной воде допускается не более 0,5 мг/л. Содержание токсичных веществ. К группе токсичных элементов относятся тяжелые металлы: железо, никель, медь, свинец и цинк, а также мышьяк, сурьма, бор, алюминий, хром. Особенно важно контролировать содержание этих элементов в производственных сточных водах, поступающих на сооружения биологической очистки. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) этих элементов очень низки. Так, для свинца ПДК для сооружений аэробной очистки составляет 1 мг/л, а для меди — 0,5 мг/л. [15]

Таблица 1 - Описание основных точек отбора проб воды.

Точки отбора	Описание места расположения
W 1.1	Сток из озера Петрова – исток реки Кумтор (озеро питаемое высокогорным ледником- повышенный уровень Al,Fe)
W 3.4	Ручей Лысый перед слиянием с рекой Кумтор
W 1.3	Река Кумтор после слияние с ручьём Лысый и непосредственно перед сбросом с ОСПС
Трх	Конец сброса пульпы – сброс в пруд хвостового хозяйства (хх). Точка сброса переключается вдоль борта дамбы.
Т 8.1	Пруд хвостохранилища (подача на ОСПС)
Т 8.4	Точка сброса очищенных промышленных стоков с ОСПС в реку Кумтор(применяются лимиты ПДС)
W 1.4	Точка между постом Кумтор и гидropостом, 1 км ниже по течению

	от точки сброса с ОСПС
SDP	Точка сброса очищенных хозяйственно-бытовых стоков в реку Кумтор (применяются лимиты ПДС)
W 4.1	Исток отводного канала реки Арабель-Суу (фоновый уровень)
W 4.2	Нижний отводный канал (НОК)
W 4.3.1	Сброс воды из пруда-отстойника верхнего отводного канала (ВОК) в реку Кумтор
W 2.6	Новый ручей Чон-Сарытор из-под отвалов пустой породы в Центральной долине перед слиянием с рекой Кумтор
POR 1	Бассейн сбора карьерной воды перед сбросом в ручей Кичи-Сарытор
SWS 3	Ручей Кичи-Сарытор перед слиянием с рекой Кумтор
SWW 1	Талая вода с ледника Сарытор
W 1.5.1	Река Кумтор ниже по течению концессионной площади рудника (добровольно принятая точка контроля соблюдения нормативов)
W 6.1	Река Арабель-Суу, в 6 км от концессионной площади рудника (фоновый уровень)
W 1.6	Река Кумтор, в 17 км от концессионной площади рудника (перед слиянием с рекой Тарагай)
W 1.7	Река Тарагай, в 40 км от концессионной площади рудника (реки Кумтор+Кашка-Суу+Майтор)
W 1.8	Река Нарын в город. Нарын, примерно 230 км ниже по течению от концессионной площади рудника
W 1.8 F	Река Нарын, сразу за город. Нарын
P5.2N P5.3	Питьевая (очищенная) – вода лагерь и ЗИФ

Таблица 1 -(электронный ресурс www.kumtor.kg)

1.6 Анализы качества сточных вод

Рассмотрим основные источники поступления сточных вод в экосистемы: промышленные и бытовые объекты, на них приходится основная доля поступающих на очистные сооружения стоков.

Анализ именно этих источников позволяет понять специфику оценки качества сточных вод и спектр загрязнителей. На выходе из очистных сооружений не должно быть примесей, содержащихся в характерной для той или иной природы стоков, либо их количество должно быть минимальным (определяется нормативами ПДК). [22]

Целью для проведения сбора и анализ проб поверхностных вод, донных отложений, грунта и пульпы хвостохранилища, взятых из точек отбора проб на и за пределами территории Месторождения Золота Кумтор. Всего было отобрано 12 проб поверхностных вод и 1 проба сточных вод.

Таблица 2- Результаты физико-химических и химических анализов проб поверхностных вод.

Параметр	Единицы	СГС КОС 2	SK11w точка карьера	SK9w Река Кумтор	SK 12w Река Арабель	SK16w Река Барскоон
рН (ед.)		-	8.29	8.65	8.5	8.31
Проводимость	МкСм/см	-	1126	1060	117.8	281
Сурьма	Мг/л	-	0.07	0.05	<0.01	<0.01
Мышьяк	Мг/л	-	0.03	0.02	0.01	0.02
Кадмий	Мг/л	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Медь	Мг/л	-	0.06	0.011	0.05	0.03
Хром	Мг/л	-	<0.01	<0.01	0.02	<0.01
Железо	Мг/л	-	0.054	1.05	1.77	0.05
Свинец	Мг/л	0.07	0.01	0.02	0.02	<0.01
молибден	Мг/л	< 0,001	0.02	0,06	0,338	0,063
Марганец	Мг/л	-	0.31	0.171	0.112	0.02
Ртуть	Мг/л	0.005	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
фторид	Мг/л	0,17	0,19	0,27	0,34	0,18
Никель	Мг/л	0.02	0,02	0.019	0.02	<0.1
хлорид	Мг/л	-	9	9	6	<5
Общий цианид	Мг/л	-	0,05	<0.1	<0.1	<0.1
Свободный цианид	Мг/л	-	0,04	<0.1	<0.1	<0.1
Сульфат	Мг/л	-	344	416	9	258
Нитрат	Мг/л	-	48	47	2	2.5
Аммиак	Мг/л	-	4.54	4.34	0.2	0.9

Таблица 2- (Электронный ресурс www.ecology.gov.kg)

Концентрации элементов и цианидов и концентрации фторидов проб воды, отобранных на и ниже территории Рудника Кумтор, в значительной степени, соответствуют естественным фоновым уровням. Однако, они показывают значительно повышенные концентрации сульфата, нитрата, аммиака и хлорида в сравнении с естественными фоновыми уровнями. Повышенные уровни сульфата, предположительно, связаны с окислением сульфидных минералов, таких как пирит, которые являются компонентами горных пород и донных отложений на данном участке и которые становятся подвижными в результате добычи и переработки руды. Происхождение повышенных уровней нитрата и аммиака непонятно. Это может объясняться одним фактом, что сточные воды из санитарных объектов лагеря рудника Кумтор выбрасываются в окружающую среду с большими количествами нитрата и аммиака. Другим источником может быть использование взрывчатых веществ в разработке месторождения.

Ниже приводятся точки отбора проб и результаты анализов, сделанных лабораторией ГАООС и ЛХ и ЦЛ Министерство природных ресурсов. Были обнаружены отклонения от ПДК и ПДС в некоторых пробах, которые представлены в таблице.

Таблица 3 - Точки отбора проб, Кумтор 20 сентября 2015 года

точка проба	Расположение	Кодировка а КОС	Кодировка Лаборатории ГАООС и ЛХ	Кодировка Центральной лаборатории на анионы	Кодировка Центральной лаборатории на металлы и уран
К1	Озеро Петрова	W 1.1	164	1	1
К2	Река Кумтор выше сброса очищенных стоков	W 1.3	165	2	2
К3	Река Кумтор 1000 м. ниже сброса точки промстоков	W 1-4	166	3	3
К4	Хвостохранилище, самая нижняя точка(колодец), где просачивается вода	КГК не отбирает пробы в этой точке	167	4	4
К5	Сточные воды, поступающие на очистные сооружения	Т 8-1	168	5	5
К6	Сточные воды после очистных сооружений	Т8-4	169	6	6
К7	Ручей с карьера	W 22L	170	7	7
К8	Ручей с морены Давыдова	W 22p	172	8	8
К9	Ручей с отвала Давыдова		171	9	9
К10	С пьезометра внизу дамбы	P 2.10	173	10a	Не делали анализы с этой точки
К11	Река Кумтор 7 км вниз по течению от точки сброса	W 1.5.1	174	11a	Не делали анализы с этой точки

Таблица 3 - (Электронный ресурс www.ecology.gov.kg)

Таблица 4 - Сводная таблица результатов анализов двух лабораторий по отбору проб на руднике Кумтор 20 сентября 2015 года.

лаборатория	параметр	место отбора проб точек										
		K1(W1-1***)	K2(W1-3)	K3(W1-4)	K4	K5(T8-1)	K6(T8-4)	K7(W22-L)	K8(w22-p)	K9	K10(Pz10)	K11(w1.5)
полевых измерений	рН (ед.)	8.8-9.1	8.11-8.54	8.63	-	9.02	8.8	-	-	-	-	-
ГАОО СиЛХ		7.44	8.16	8.26	7.85	8.72	8.5	7.98	7.39	7.61	-	8.04
полевых измерений	Проводимость Микро сименс /см	152	-	490	-	2500	2700	-	-	-	-	-
ГАОО СиЛХ		99	139	497	1251	2390	2730	1921	2570	2480	-	909
Полевых измерений	температура С	5.4	6.8	10.1	-	10.3	9.8	-	-	-	-	-
ГАОО Си ЛХ		9.4	5.4	9	-	9	9.1	-	-	-	-	9
	Элементы мг/л											
ГАОО Си ЛХ	взвешенные вещества	9.40	116	101	8.8	16.2	20.4	984	18	27	-	107
ГАОО Си ЛХ	Азот аммонийный	<0.039	<0.039	1	<0.39	4.6	6.8	5.4	5.4	4.8	-	1.72
	Азот нитратный	0.7	0.7	2.5	1.1	12.6	10.6	12.6	23	23.8	-	5.9
Центр лаборатория	Нитраты	<1.0	<1.0	8.86	<1.0	54.046	50.945	89.486	279.09	296.81	38.984	-
	Нитриты	<0.01	0.02	1.34	<0.02	7.9	10.25	0.73	0.715	0.98	0.96	-
Центр лаборатория	Хлориды	4	8	21	121	148	140	12	16	19	17	48
ГАОО Си ЛХ	Хлориды	1.4	1.4	2.1	108	108	110	6.4	14	14	366	4.3
Центр	Сульфа	40.7	50.2	155.	377.	768.	946.0	1069	1137	1171	36	322.

лаборатория	ты	4		55	35	68	4	.9	.8	.2	1.7 1	3
ГАОО Си ЛХ	Сульфаты	17	23	140	366	379	413	409	416	406	46 6	406
Центр лаборатория	Гидрокарбонат ион	34	43	55	201	88	92	125	302	314	85	
Центр лаборатория	Карбонат ион	3	6	6	<3.0	15	9	<3.0	<3.0	<3.0	3	3
ГАОО Си ЛХ	Железо	<0.5	<0.5	0.21	0.5	0.21	0.78	0.24	0.8	<0.5	<0. 5	0,7
ГАОО Си ЛХ	Медь	<0.0 6	<0.0 6	<0.0 6	<0.0 6	0.34 9	0.04	<0.0 6	<0.0 6	<0.0 6	<0. 06	<0.0 6
ГАОО Си ЛХ	Цинк	0.03 6	0.07 9	0.05 64	0.05 29	0.28 1	0.898	0.33 3	0.81 1	0.11 6	0.0 3	0.06 7
ГГАО ОСи ЛХ	Никель	<0.0 1	<0.0 1	<0.0 1	0.06	1.35	<0.01	0.17	0.1	0.08	<0. 01	<0.0 1
ГАОО Си ЛХ	Хром общий	<0.0 2	<0.0 2	<0.0 2	<0.0 2	<0.0 2	<0.02	<0.0 2	<0.0 2	<0.0 2	<0. 02	<0.0 2
ГАОО Си ЛХ	Хром бвалентный	<0.0 2	<0.0 2	<0.0 2	<0.0 2	<0.0 2	<0.02	<0.0 2	<0.0 2	<0.0 2	<0. 02	<0.0 2
ГАОО Си ЛХ	Цианиды	<0.0 5	<0.0 5	<0.0 3	<0.0 2	31.6	0.8	0.2	<0.0 5	<0.0 5	<0. 05	<0.0 3

Таблица 4 -(Электронный ресурс www.ecology.gov.kg)

Пробы проанализированы на анионы, тяжелые металлы, цианиды и уран. Цифровые значения проб сравнивались с “Гигиеническими нормативами ГН 2.1.5.1315-03 “Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования”, действующими в Кыргызстане и “Правилами охраны поверхностных вод Кыргызской республики”

Как видно из Сводной таблицы, результаты анализа проб воды показывают, что ПДК по мышьяку повышено в озере Петрова в 2.1 раз, а в ручье из под ледника Лысый в 10,9 раз. Точки отбора проб, взятые после очистных сооружений сравнивались с ПДС., а точки на выходе из рудника (К11) и данные по ручьям из ледников – с ПДК При этом по данным анализов (ГАООС и ЛХ) проб сточной воды после очистных сооружений промстоков - точка Т8.4 (К6), установлено превышение допустимой концентрации по

аммиаку в 2,4 раза и цианидам - в 1,4 раза (допустимая концентрация по аммиаку на 2015 год – 2,8341 мг/л, фактическая – 6,8 мг/л; допустимая концентрация по цианидам на 2015 год – 0,0572 мг/л, фактическая – 0,08 мг/л). [29]

По нитратам - по данным анализов ГАООС и ЛХ превышения нет, по данным анализов Алекс Стюарт превышение есть – в 1,9 раза; допустимая концентрация по нитратам на 2011 год – 11,391 мг/л, фактическая – 22 мг/л. В контрольном створе - точка W1.5.1 (K11) установлено превышение ПДК по железу в 7,3 раза (2,19 мг/л), по данным ГАООС превышения по железу нет (0,07 мг/л).

При этом следует учитывать повышенное фоновое содержание железа в озере Петрова и точке W1.3, превышающее ПДК в 11 и в 9,2 раза соответственно (по данным анализов Алекс Стюарт). Данные по лаборатории Алекс Стюарт, приводятся согласно письма Г.Р.Шабаевой из управления геоэкологии Минприродных ресурсов КР, так как в комиссию данные по Алекс Стюарт поступили от Кумтор оперейтинг компани 26 декабря 2015 года, в ответ на наш запрос от 30 ноября 2015 года и приведены в данном отчете в виде приложения.

Предварительный отчет комиссии был послан в Министерство природных ресурсов в управление геоэкологии. В связи с повышением ПДК мышьяка приводим ответ начальника управления геоэкологии Министерства Природных Ресурсов Шабаевой Г.Р.

По мышьяку – вопрос заслуживает пристального внимания и целенаправленного отслеживания ситуации. 14 декабря с участием инженера-химика Центральной лаборатории Министерства природных ресурсов КР Сатыбалдиевой А.Б. были повторно отобраны и проанализированы пробы воды из оз. Петрова и водопроводной воды лагеря рудника Кумтор на мышьяк. Содержание мышьяка в обеих пробах показало - < 0,005 мг/л. Требуется дополнительный отбор и анализ проб воды с целью прояснения ситуации и выяснение причин в данных результатов анализов.

Таким образом, согласно данным анализа проб воды, после очистных сооружений имеются превышения ПДС по ряду элементов, в частности по цианидам, нитратам в точке К6. Интерпретация полученных данных нуждается в уточнении. Точки К7,8,9, -3 ручья, соединяющиеся в ручей Чон-Сары-Тор показывают также отклонения от ПДК по ряду элементов. В данном месте нет очистных сооружений, и превышение ПДК, как в воде, поступающей с карьера, так и морены и отвала, показывает загрязнение по ряду параметров. Обсудив предварительно с членами комиссии данные результаты, мы пришли к выводу, что здесь необходимы очистные сооружения, так как далее вода поступает в реку Кумтор и реку Нарын и может загрязнять общее русло реки, особенно в холодное время года, когда приток воды уменьшается, и нет большого разбавления загрязняющих

компонентов. Обнаружено превышение ПДК по мышьяку в пробе с озера Петрова, а значительное превышение ПДК по мышьяку (весьма токсичному элементу) на ручье с ледника Лысый. Это может быть связано с находящимися рядом отвалами. Но для более точной интерпретации, необходимо сравнить с данными спектрального состава руды или данными до начала добычи. [29]

Ниже приводятся графики по некоторым веществам, превышающим ПДК и ПДС

Рисунок 3–ПДК мышьяк разных точек отбора проб

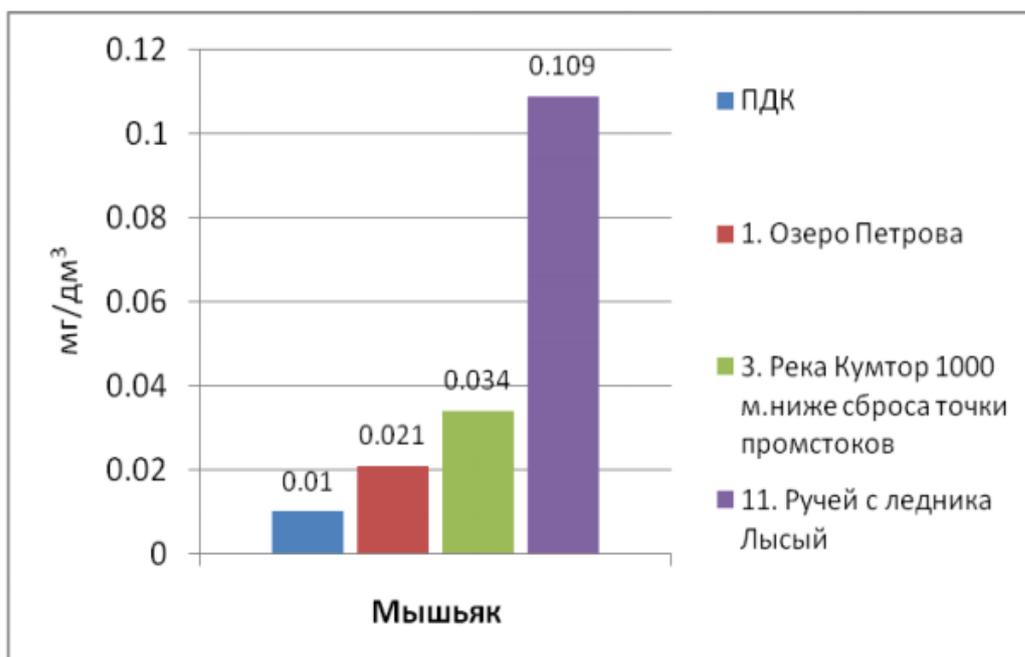


Рисунок 4- ПДС Азот аммонийный и Азот нитратный после очистки

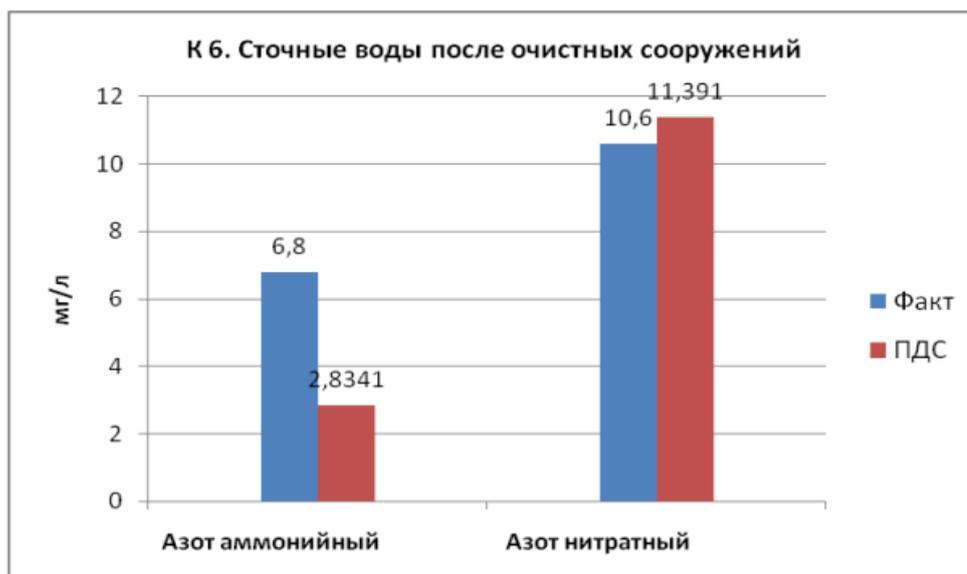


Рисунок 5- ПДС цианиды после очистки

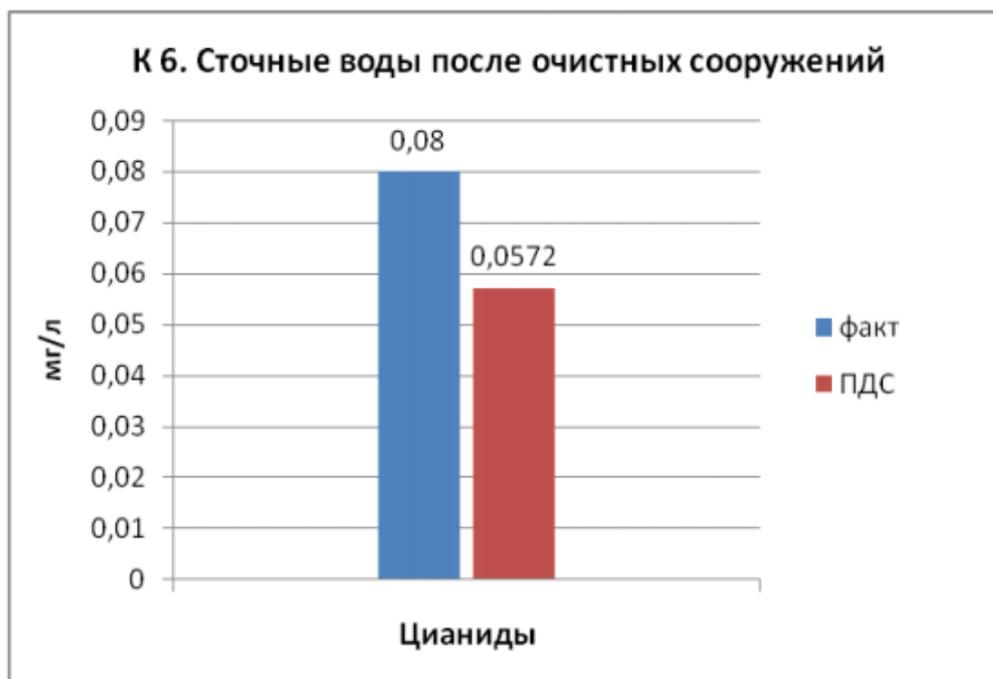
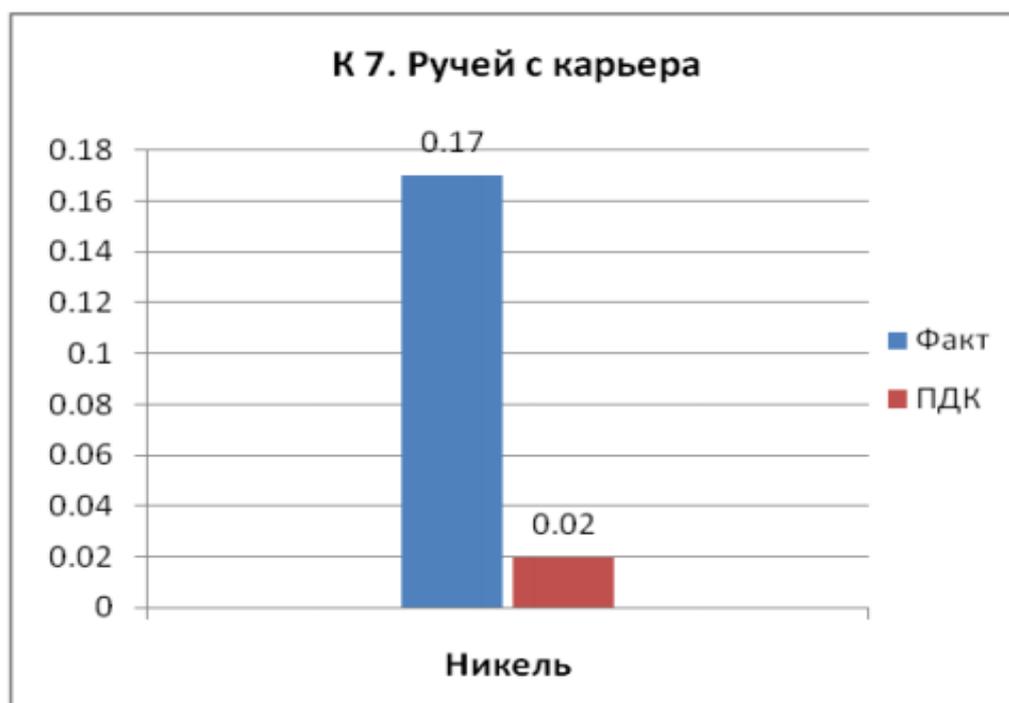


Рисунок 6-ПДС никеля ручей с карьера



1.7 Общий количественный анализ забор воды и сброс

Для определения влияния забора воды рудником Кумтор на водный баланс озера Петрова компанией проведены измерения в точках оттока воды из озера. Использовались показания датчиков, установленных непосредственно на озере Петрова для измерения изменений уровня воды, водомеров на линии подачи воды на ЗИФ, данные гидрометрического поста на реке Кумтор, а также измерения количества атмосферных осадков и испарений. Измеренный гидрометрическим постом на реке Кумтор объём протекающей воды обусловлен:

- объёмом сбрасываемой очищенной воды с очистных сооружений промышленных стоков (ОСПС);

- притоком воды из ручья Лысый;

- объёмом атмосферных осадков;

- притоком талой ледниковой воды в озеро Петрова;

- притоком весенних паводковых или поверхностных вод в озеро Петрова.

Общий объём притока в озеро Петрова вычисляется по формуле:

$V_{\text{притока}} = V_{\text{воды по данным гидрометрического поста на реке Кумтор}} - V_{\text{воды, сбрасываемой с ОСПС}} - V_{\text{расхода воды ручья Лысый}} + V_{\text{потребляемой рудником воды}} - P_{\text{атмосферных осадков}} + E_{\text{испарений с озера}} \pm V_{\text{изменения объёма воды в озере}}$.

Расчёты оттока Река Кумтор. Объём притока в реку Кумтор складывается из суммы оттока из озера Петрова, сброса воды с ОСПС и расхода воды ручья Лысый. Расход воды реки Кумтор в 2017 г, по данным измерения на гидрометрическом посту, с мая по октябрь составил 118,26 млн м³.

Очистные сооружения промышленных стоков. Объём воды, сбрасываемой с ОСПС, определяется суммой показаний расходомеров, установленных на насосной станции № 3. Общий объём воды составил 4,75 млн м³ (с мая по октябрь).

Ручей Лысый. Ручей Лысый впадает в реку Кумтор выше гидрометрического поста. Общий расход воды ручья Лысый за сезон составил 12,89 млн м³.

Потребление воды фабрикой, лагерем и прочими объектами. Общее потребление воды фабрикой и лагерем измерено водомерами насосной станции на озере Петрова и системой очищения питьевой воды (СОПВ). В 2017 г. общий объём воды, потреблённой всеми объектами рудника, составил 5,21 млн м³.

Атмосферные осадки. Объём испарений воды с поверхности озера Петрова рассчитан по уравнению Мейера (уравнение для определения испарений с поверхности воды) и составил с мая по октябрь 148,2 мм, или 0,60 млн м³. Эта величина не

противоречит данным А.М. Молчанова, который указывает, что испарение с водной поверхности горных озёр в зоне озера Петрова меньше 400 мм/год.

При количестве атмосферных осадков в 258 мм уровень воды в озере за счёт атмосферных осадков повысился на 0,258 м, или объём воды в озере увеличился на 1,04 млн м³.

Изменения объёма накопленной воды. За год уровень воды в озере Петрова уменьшился на 0,09 м – с 3 731,50 до 3 731,41 м.

Общие расчёты. Рассчитанный общий приток воды в озеро Петрова в 2017 г. составил: $V \text{ притока} = V_{\text{реки Кумтор}} (118,26) - V_{\text{ручья Лысый}} (12,89) - V_{\text{ОСПС}} (4,75) + V_{\text{рудника}} (5,21) - V_{\text{атмосферных осадков}} (1,04) + V_{\text{испарения}} (0,60) - V_{\text{изменения объёма воды озера}} (0,09) = 105,3 \text{ млн м}^3$.

Рассчитанный объём притока в озеро Петрова оказался немного выше, чем в предыдущие годы. Практически большая часть вычисленного увеличения притока, по сравнению с расчётами предыдущих лет, обусловлена более тёплым сезоном на территории рудника. Объём воды, использованной всеми объектами рудника Кумтор в 2017 г., составил 4,95 % от общего объёма притока воды в озеро Петрова.

В итоге объём воды, потреблённой рудником в 2017 г., составил 4,95 % от общего притока воды в озеро. Приведённые выше расчёты водного баланса показывают, что объём воды, потреблённой объектами рудника из озера Петрова для производственных, хозяйственно-бытовых и иных нужд, незначительный. [27]

Таблица 5- Количественный состав использования воды предприятия Кумтор.

источники воды	Ед изм-я	2015	2016	2017
Общий забор воды из озера Петрова.	млн м ³	5,76	5,25	5,21
Карьерная вода, откачанная на фабрику.	млн м ³	0,64	1,01	1,14
Вода, сбрасываемая из карьера в окружающую среду .	млн м ³	10,9	12,75	29,24
Вода для хозяйственно-бытовых нужд лагеря (питьевая вода).	млн м ³	0,15	0,13	0,13
Вода для хозяйственно-бытовых нужд ЗИФ.	млн м ³	0,02	0,02	0,02
Пресная вода для технологического процесса	млн м ³	5,32	5,06	5,03
Всего технической воды для нужд ЗИФ (озеро Петрова + карьерная вода) .	млн м ³	5,96	6,07	6,17

Вода, повторно использованная внутри фабрики.	млн м ³	5,33	6,5	6,19
Относительная величина интенсивностей сырой воды (питание фабрики).	л/т	921	803	805
Вода, использованная для пылеподавления.	млн м ³	0,26	0,04	0,05
Сточные воды Очищенные промстоки, сброшенные с ОСПС.	млн м ³	4,48	4,14	4,75
Очищенные хозяйственно-бытовые стоки на ОСХБС.	млн м ³	0,12	0,1	0,1

Таблица 5-(электронный ресурс www.kumtor.kg)

1.7.1 Сбросы с очистные сооружения промышленных стоков

Промышленные очистные сооружения являются комплексом инженерных сооружений системы канализации, которым оборудуются предприятия разных отраслей промышленного производства. Их назначение – очистка промышленных стоков от находящихся в них загрязнений различных типов и состояний.

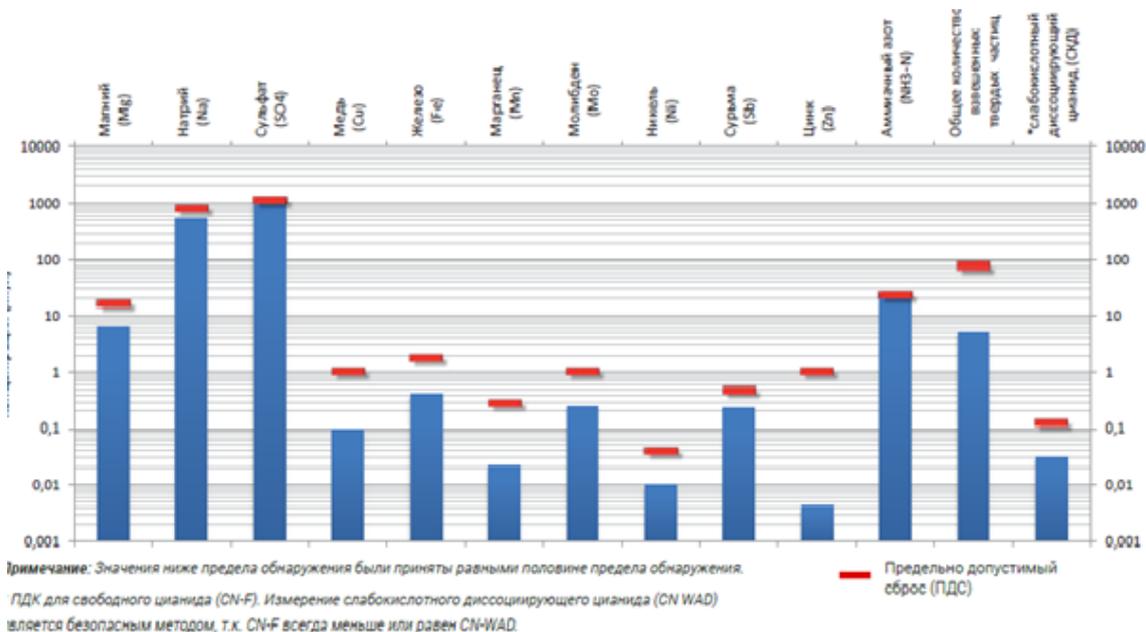
Учитывая экстремальные климатические условия на руднике, очистные сооружения промстоков (ОСПС) хвостового хозяйства «Кумтор», как правило, эксплуатируются с июня по октябрь (когда вода незамёрзшая). В 2017 г. объём сброса составлял около 1 489 м³/ч. В сезон очистки река Кумтор, которая получает очищенные сбросы с ОСПС, не замерзает и предоставляет значительные объёмы стока. В 2017 г. зафиксированный максимальный расход воды в реке Кумтор составил 28,05 м³/с в июле и минимальный 0,77 м³/с в период очистки.

Показатели качества очищенных промышленных стоков из ОСПС за 2017 г. представлены на гистограмме. Они сравниваются с нормативами ПДС и рассматриваются ниже. Согласно полученным данным, концентрации цианида в сбрасываемых очищенных сточных водах, а также некоторые другие ключевые параметры отвечали соответствующим нормам ПДС. Однако среднее значение общего (N) аммиака (23,9 мг/л) незначительно превышало соответствующие нормативы ПДС (23,48 мг/л). Это не представляет значительных рисков для окружающей среды.

В 2017 году параметры качества очищенных стоков с ОСПС соответствовали установленным нормативам (ПДС) и находились на уровне значений прошлых лет. Имелось незначительное превышение (1,8% от установленного ПДС) по показателю «общий аммиак». В результате принятых мер, предприятию удалось снизить

концентрацию общего аммиака с очищенных стоках с ОСПС на 14 %, по сравнению с 2016 годом.

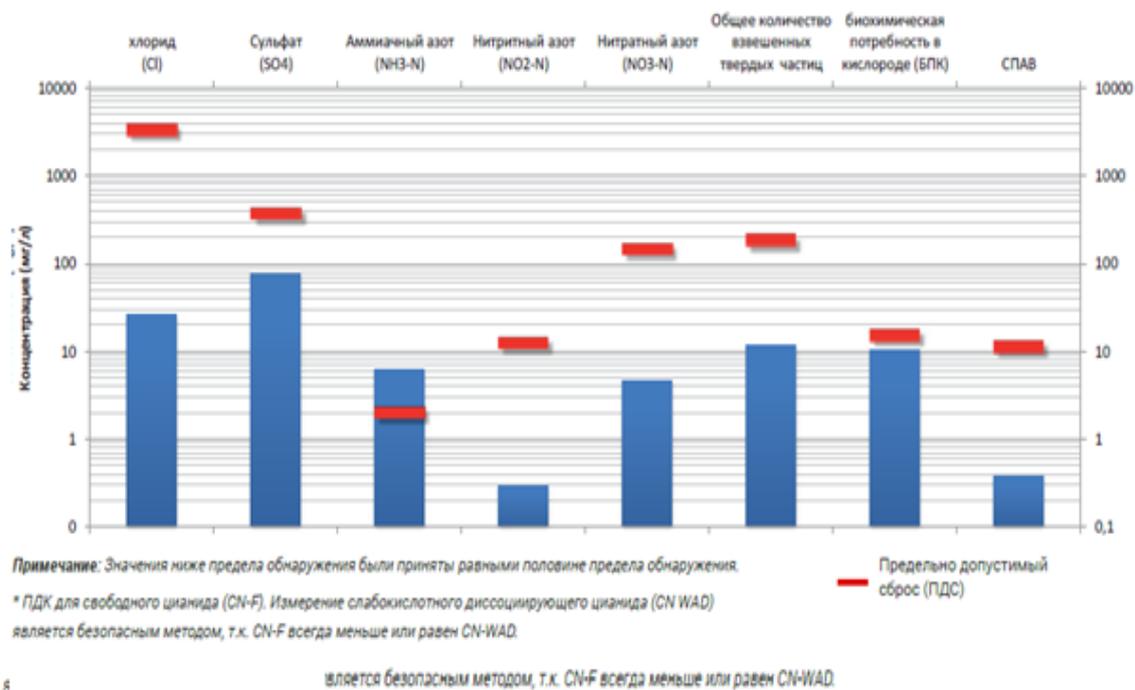
Рисунок 7- Качественный состав стоков в точке сброса с ОСПС в 2017г.



1.7.2 Сбросы с Очистные сооружения хозяйственно-бытовых стоков

В 2017 г. средний объём сточных вод и хозяйственно-бытовых стоков составил 279 м³/день. Качество среднегодовых сбросов с ОСХБС отвечало нормам ПДС, за исключением превышения значения общего аммиака (6,2 мг/л), утверждённого ПДС (2,03 мг/л) (таблица 1.5). Хозяйственно-бытовые стоки проходят через очистные сооружения хозяйственно-бытовых стоков (ОСХБС) до их отведения в окружающую среду. Это типовой процесс биологической очистки и дезинфекции (хлорирование). Биологическая очистка устраняет органические вещества, потребляющие кислород и истощающие тем самым воду в реке, снижая её качество. Хлорирование уничтожает потенциально вредные бактерии. Благодаря тщательным расчётам и управлению очистка проходит успешно, несмотря на работу в экстремальных условиях – высокогорье, дефицит кислорода, сложные погодные условия. В зимний период очищенные сточные воды накапливаются в пруду. Летом они постепенно сбрасываются. В 2017 г. очищено и сброшено около 0,1 млн м³ [16].

Рисунок 8 - Качественный состав точки сброса с ОСХБС в 2017г.



Для расчета кратности разбавления используют различные методы, поскольку сброс сточных вод производится в водоемы, водотоки и другие водные объекты, которые имеют различные гидрологические условия, глубину, скорость течения воды и другие факторы, которые определяют различные условия смешения сточных и природных вод и последующее самоочищение водного объекта.

Промышленные стоки, содержащие остаточный цианид, являются компонентом шлама хвостов, самотёком поступающего с фабрики в хвостохранилище. Жидкая часть хвостов (по весу около 51 % шлама) перед сбросом в реку Кумтор откачивается и очищается на очистных сооружениях промышленных стоков (ОСПС) для соответствия установленным нормам – предельно допустимому сбросу (ПДС). Из-за низких температур в зимний период очистка и сброс сточной воды производится только в тёплое время года, в основном с мая по октябрь. Основные опасения общественности относительно образующихся на руднике Кумтор сточных вод связаны с цианидом. Данный высокотоксичный химикат широко используется при переработке руды и извлечении из неё золота. В 2017 г. образовано 12,42 т хвостов, размещённых в хвостохранилище. Твёрдая фаза остаётся в хвостохранилище, в то время как жидкая фаза откачивается и проходит процесс очистки на ОСПС для снижения концентрации или полного удаления загрязняющих веществ.

В 2017 г. было очищено около 5,026 млн м³ промышленных стоков – на 0,998 млн м³ больше, чем в 2016 г. Интенсивность водопользования Забор воды для нужд рудника из

озера Петрова не оказывает значительного воздействия на средний годовой объём воды в озере. Общий объём водопользования из озера в 2017 г. составил 5,21 млн м³, или около 4,95 % его естественного стока в реку Кумтор.

Из этого объёма предприятия вернула 4,85 млн м³ в виде очищенной сточной воды (ОСХБС и ОСПС). Таким образом, воздействие предприятия на речной сток почти нулевое. Технология извлечения золота на руднике Кумтор и суровые климатические условия ограничивают наши возможности по увеличению водопользования посредством повторного использования промышленных стоков из пруда хвостохранилища.[27]

Исследования показали, что даже незначительное содержание цианидов в пруду хвостохранилища неблагоприятно влияет на процесс извлечения золота. Климатические условия не позволяют эксплуатировать очистные сооружения промышленных стоков круглый год. С июля 2012 г. начали использовать для технологического процесса фабрики карьерную воду, в результате наблюдается тенденция снижения интенсивности водопользования на производстве, что оказывает положительное воздействие вторичного использования воды на фабрике, и увеличение объёмов использования воды из карьера.

Таблица 6 - Установленные нормативы ПДК (Предельно допустимые концентрации).

По охрану поверхностных вод в Кыргызской Республики. (В редакции постановления Правительства КР от 15 декабря 2017 года № 813)

п/п	Наименование вещества	Лимитирующий показатель вредности	Предельно допустимая концентрация, мг/дм ³	Класс опасности
	2	3	4	5
	Аммоний-ион (NH ₄ ⁺)	Токсикологический	0,5 (в пересчете на азот 0,4)	4
	Нитрат-анион (NO ₃)	Санитарно-токсикологический	40 (в пересчете на азот нитратов 9,0)	4
	Нитрит-анион (NO ₂)	Токсикологический	0,08(в пересчете на азот нитритов 0,02)	4
	Водородный показатель pH	Органолептический	6,5-8,0	
	Фенол, гидроксибензол (карболовая кислота)	Рыбохозяйственный	0,001	3
	Железо (Fe)	Органолептический	0,1	4
	Медь (Cu)	Токсикологический	0,001	3
	Цинк (Zn)	Токсикологический	0,01	3

	Хром трехвалентный (Cr3+)	Органолептический	0,07	3
0	Хром шестивалентный (Cr6+)	Санитарно-токсикологический	0,02	3
1	Кадмий (Cd)	Токсикологический	0,005	2
2	Свинец (Pb)	Токсикологический	0,006	2
3	Кобальт	Токсикологический	0,01	3
4	Молибден	Токсикологический	0,001	2
5	Никель (Ni)	Токсикологический	0,01	3
6	Ртуть (Hg)	Токсикологический	отсутствует	1
7	Марганец двухвалентный (Mn2+)	Санитарно-токсикологический	0,01	4
8	Мышьяк (As)	Токсикологический	0,05	3
9	Цианид-анион (CN-)	Токсикологический	0,05	3
0	Калий (K)	Санитарно-токсикологический	50,0	4
1	Натрий (Na)	Санитарно-токсикологический	120,0	4
2	Кальций (Ca)	Санитарно-токсикологический	180,0	4
3	Магний (Mg)	Санитарно-токсикологический	40,0	4
4	Сульфат-анион (SO42-)	Санитарно-токсикологический	100,0	4
5	Хлориды (анион) (Cl)	Санитарно-токсикологический	300,0	4

Таблица 6- (электронный ресурс www.nature.gov.kg)

В процессах потребления воды человеком и промышленностью вода подвергается загрязнению, изменяет свои физические и химические свойства и превращается в сточные воды. Разнородность состава загрязнений сточных вод способствует тому, что стопроцентная очистка сточных вод невозможна, поэтому она регламентируется значениями предельно допустимой концентрацией вредных веществ (ПДК).

Оценка качественного и количественного состава загрязнителей сточных вод необходима не только для составления плана очистных мероприятий, но и для повышения их эффективности, а так же для мониторинга и последующего прогнозирования

негативного антропогенного воздействия на гидросферу и экосистему в целом. Проблемы загрязненности сточных вод, методов очистки и возвращения в естественные источники или их повторное использование, давно перестали быть чем то далеким и несбыточным.

Вывод

Таким образом, ознакомившись с имеющимися данными по состоянию экологической и индустриальной безопасности на руднике Кумтор, можно произвести вывод следующим образом. За последние годы качество поверхностных источников воды в регионе Кумтор резко ухудшилось и требует не только использования современных норм и стандартов, но так же и поиск, разработку и внедрение новых идей и подходов, как к контролю поступающих загрязняющих веществ, так и к методам очистки сточных вод.

В результате выше приведенных анализов, произошло резкое увеличение разрешенных ПДС по взвешенным веществам в 2015 году по промышленным водам. Как свидетельствует письмо из управления геоэкологии Минприродных ресурсов, это обусловлено резким увеличением в 2015 году среднегодового значения существующего фонового (естественного) содержания загрязняющих веществ в воде реки Кумтор по данным станции мониторинга W1.3 (выше места сброса промстоков). Однако увеличение ПДС увеличит соответственно антропогенную нагрузку на окружающую среду. Превышение ПДК по ряду компонентов, особенно по тяжелым металлам (мышьяк, никель, марганец).

ГЛАВА 2. ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ.

В процессе ведения горных работ на карьере, а также в процессе обогащения и переработки полезного ископаемого возникают неизбежные изменения окружающей среды. Воздействие таких работ отражается на всех элементах окружающей среды: литосфере, всей гидросфере и нижней части атмосферы земли. Перечисленные элементы окружающей среды, образуя в совокупности биосферу, непосредственно воспринимают техногенную нагрузку открытых горных работ и перерабатывающей промышленности. Техногенные загрязнения водных объектов, атмосферного воздуха и почв прямо связаны с образованием твердых, жидких и пылегазообразных отходов горного производства, содержащие в своем составе различные токсичные химические вещества и соединения.

Несмотря на большую токсичность и высокую стоимость цианистого натрия, наиболее эффективным способом извлечения золота из руд является цианидное выщелачивание. Арсенал технологий извлечения металла пополнился такими методами, как «уголь в пульпе», кучное выщелачивание с цианированием.

2.1 Краткая характеристика токсичных веществ

Цианистый натрий

Соединение цианид натрия имеет различные формы:

гигроскопичных кристаллов;

пластинок;

белого порошка и т.д.

Цианистый натрий обладает высоким уровнем токсической опасности, способен вызвать паралич тканевого газообмена и, как результат, быстрое удушье. Смертельная доза цианистого натрия составляет 0,1 грамма.

Цианид аммония

Цианид аммония относится к неорганическим соединениям и представляет собой бесцветные кристаллы соли, полученной от взаимодействия аммония с синильной кислотой. Соединение хорошо растворяется в воде, действует в качестве реагента в процессах органического синтеза. Требуется обычных мер предосторожности, тех же, что и другие цианистые соединения.

Цианид цинка

Бесцветная, не растворяемая в воде соль цинка, цианид цинка представляет собой бесцветный кристаллический порошок, применяемый в гальванопластике и в качестве

катализатора в процессе органического синтеза. Требуется осторожности и надежных мер защиты при использовании.

Роданиды – Na CNS , $\text{Cu}(\text{CNS})_2$ и др. – образуются в стоках в результате взаимодействия простых цианидов с сульфидами щелочных металлов и элементарной серой.

Сточные воды технологических процессов, в которых в качестве реагентов использовались соли синильной кислоты, как правило, содержат комплекс токсичных веществ: остаточное количество вводимого реагента, продуктов реакции цианида с рудными минералами — цианидных комплексов металлов, а также роданидов. Следует отметить, что опасность цианидов зависит от конкретной формы их нахождения и концентрации.

Применение цианидов.

Цианиды нашли себе применение в разных отраслях промышленности. Вот несколько примеров:

- Цианиды применяют для извлечения золота и серебра из руд методом цианирования.
- В электрохимии — как комплексообразователь с высокой константой устойчивости для составления электролитов для гальванического покрытия благородными металлами изделий,
 - В органическом синтезе.
 - Цианиды применяют в аналитической химии для разделения металлов.

Мышьяк As - обычно находится в воде в виде арсенат-ионов. Он входит в состав некоторых минеральных вод, встречается в шахтных водах, его часто содержат сточные воды обогатительных-фабрик, металлургических заводов, предприятий, производящих инсектициды и пестициды. Может он содержаться в сточных водах заводов основной химической промышленности и производства красителей.

Аммиак NH_3 — бесцветный газ с удушливым резким запахом, очень хорошо растворим в воде (в одном объеме воды при 20°C растворяется до 700 объемов газа). Аммиак относится к числу важнейших продуктов химической промышленности, ежегодное его мировое производство достигает 150 млн. тонн. В основном используется для производства азотных удобрений (нитрат и сульфат аммония, мочевины), взрывчатых веществ и полимеров, азотной кислоты, соды (по аммиачному методу) и других продуктов химической промышленности. Жидкий аммиак используют в качестве растворителя.

Повышенное содержание аммиака в поверхностных водах объясняется спуском в них бытовых сточных вод и некоторых промышленных вод, содержащих значительные количества аммиака или солей аммония, являющихся отходами производства.

Ртуть Hg — уникальный металл; это самая тяжелая жидкость; при обычных температурах она отличается очень высокой токсичностью. Ртуть отличается высокой геохимической подвижностью, вследствие значительной летучести в атомарном состоянии, способности наиболее распространенных природных соединений к сублимации при обычной температуре и хорошей растворимости сульфидов ртути в гидротермальных растворах.

Повышенное содержание аммиака в поверхностных водах объясняется спуском в них бытовых сточных вод и некоторых промышленных вод, содержащих значительные количества аммиака или солей аммония, являющихся отходами производства.

Хром Cr - твёрдый металл голубовато-белого цвета. Хром иногда относят к чёрным металлам. Ряд производств спускает сточные воды, содержащие соли трехвалентного хрома или хромовой кислоты:

После завершения кучного выщелачивания в системе «переработанная горная масса – технологические растворы» остаются остаточные цианиды и ряд тяжелых металлов. Высокая токсичность цианидных стоков не позволяет сбрасывать их без предварительной очистки, так как это может привести к загрязнению водоемов и поверхностных вод. Цианистые стоки установок кучного выщелачивания перед транспортировкой на хвостохранилище обезвреживают [2, 6].

В процессе эксплуатации любого промышленного предприятия образуются сточные воды, которые требуют специальной очистки перед сбросом в канализационные системы. Сточные воды любого промышленного предприятия содержат специфические загрязнения, которые должны удаляться (нейтрализоваться) до смешения со стоками реки населенного пункта. Важнейший критерий воздействия промышленного производства на природную среду – это распространение загрязняющих веществ поверхностными и подземными водами [16].

Эффективность их нейтрализации и устранения во многом зависит от степени совершенства природоохранной деятельности, осуществляемой практически на каждом горнодобывающем предприятии с учетом природно-климатических и производственно-технических условий.

2.2 Процесс очистки промышленных сточных вод

"Из золотоизвлекательной фабрики промышленные стоки перекачиваются в хвостохранилище и из него поступают на очистные сооружения (ОСПС). Связи с

природно-климатическим условиям - ОСПС работают в теплое время года, с мая по октябрь, когда в реке Кумтор есть поток. На оставшиеся месяцы очистные сооружения консервируются.

Процесс очистки здесь проходит в три основных этапа, в каждом из которых происходит удаление определённых токсичных веществ. На первом устраняются цианиды, на втором - тяжелые металлы. На заключительном, третьем, проводится доочистка - осаждаются остаточные частицы. Только после этого вода попадает в реку Кумтор.

Каждая из применяемых способов включает в себя множество конкретных вариантов реализации процесса очистки и его аппаратного оформления. Так же необходимо учитывать, что очистка воды, как правило, - это комплексная задача, требующая для своего решения комбинации различных способов для достижения максимальной эффективности. Комплексность задачи очистки обуславливается характером загрязнения – обычно в качестве нежелательных компонентов выступает целый ряд веществ, требующих разного подхода. Установки очистки, основанные на одном способе, обычно встречаются в тех случаях, когда вода преимущественно загрязнена одним или несколькими веществами, эффективное отделение которых возможно в рамках одного способа.

Первый – этап аэрации – в стоках разрушается цианид, так как цианид является токсичными веществами, здесь применяется химический метод обезвреживания (хлорирование).

2.2.1 Химический метод очистки

Этот метод используется для разрушения цианид- ионов, за исключением комплексных цианидов железа, количество хлор – газа, необходимо для окисления цианидов, определяется изменением редокс-потенциала системы до постоянного значения – 600мВ при рН 8-10. Для поддержания рН на нужном уровне добавляют известь, которое нейтрализует кислоту, выделяющуюся в результате различных окислительных реакций.

Процесс окисления (хлорирования) состоит из 3 реактора.

Обработку слива 5% - ной известковой пульпой и раствором, насыщенным хлором, проводят в первом реакторе при постоянном перемешивании. Расход извести регулируется автоматически в зависимости от рН в реакторе (оптимальная рН 8,5 - 9,5).

Узел приготовления пульпы извести состоит из 60- тонн бункера, питателя, агитатора для приготовления пульпы и шламмового насоса, производительность которого находится в зависимости от величины рН.

Хлорсодержащий раствор получают в хлораторе. Дозировки меняются автоматически в зависимости от величины окислительно-восстановительного потенциала. Хлор доставляют в жидком виде в резервуарах емкостью 1 т.

Во втором реакторе при добавлении 20% -ного раствора сульфата железа происходит осаждения мышьяка. Регулировка рН на уровне 8,5 достигается добавлением 98% -ной H_2SO_4 , подаваемой насосом из стального резервуара емкостью $13m^3$. Раствор сульфата железа готовят 1-2 в сутки.

В третьем реакторе, в который вводят 0,1% -ный раствор анионного полиэлектролита, при перемешивании происходит отстаивание тонких взвесей, образующихся во 2 –м реакторе. Для приготовления пульпы извести и растворов сульфата железа и анионного полиэлектролита используют часть слива после 3-го реактора.

Эти растворы имеют рН=10-12 и следующее содержание компонентов (мг/л):

Сухой остаток-200-250;	Роданиды – 10-50;	Кальций – 600-800;
Свинец – 0,7-1;	Мышьяк – 0,8-1;	Сульфаты–400-600;
Цианиды – 400-1500;	Магний – 10-20;	Медь – 1-40;
Цинк – 1-15;	Хлориды – 30-50;	

Основным источником опасности на площадках КВ являются цианиды. Некоторые из соединений цианидов являются высокотоксичными, а другие относительно безвредными. Наиболее токсичным является циановодород (HCN). В обычных условиях это газ, который легко реагирует в окружающей среде с образованием токсичных и нетоксичных соединений. Свободный цианид существует в двух видах: цианид-иона (CN⁻) и молекулярного циановодорода (HCN). [15]

Свободный цианид является ядом для человека, млекопитающих и водной фауны. Летальные дозы для человека зависят от формы контакта:

- при попадании внутрь – 1-3 мг/кг веса;
- при ингаляции – 10-30 мг/л;
- при абсорбции через кожу – 100 мг/кг веса.

ПДК свободных цианидов изменяется от 0,028 до 2,295 мг/л, в зависимости от видов живых организмов и условий их обитания. Принято считать, что концентрация более 0,1 мг/л убивает живые организмы в пресной и морской воде. Концентрация равная 0,05 мг/л может быть смертельной для рыбы.

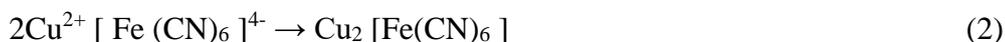
На степень токсичности цианида влияют такие факторы как рН, температура, содержание кислорода в воде, ионная сила, особенности и размеры организмов. С позиции охраны окружающей среды горная масса и технологические растворы должны быть

обезврежены от цианид-ионов и комплексных цианидов анионов тяжелых металлов (цинка, меди и т. д.).

Существует большое число методов, способных обезвредить цианиды в отработанном штабеле и растворах, содержащихся в нем. Рассмотрим подробнее некоторые из них. Цианидные комплексы металлов превращаются в цианаты и нерастворимые гидроксиды металлов. Цианаты в конечном счете образуют аммоний и карбонат. В качестве примера рассмотрим окисление меди:



Для удаления ферроцианида добавляют растворимую соль меди, которая образует нерастворимый осадок купроферроцианида:



Для пероксидной обработки требуется поддерживать небольшую щелочность, pH примерно 8,0-8,5 и обеспечить достаточное время для протекания реакции. Важно определить соответствующую скорость введения H_2O_2 . При соблюдении всех этих условий преимущество обработки растворов по сравнению с подачей реагента на штабель оказываются более очевидными. Тем более что в прудках происходят процессы естественного разложения (воздействие солнечного света), что сокращает содержание цианидов. Препятствием для пероксидного обезвреживания является присутствие окисляемых и катализируемых H_2O_2 веществ, таких как медь, которые потребляют H_2O_2 , к цианидных соединений, которые не поддаются разрушению пероксидом водорода.[12]

Результаты обезвреживания цианидсодержащих растворов приведены ниже в таблице.

Таблица 7 - Результаты обезвреживания цианидсодержащих растворов.

Вредные компоненты	Свободный цианид	Общий цианид	Медь	Цинк
Концентрация, мг/л:	50-100	110-300	50-100	10-30
Начальная	0,05	1-10	0,3	0,1
После обработки				

Таблица 7 – (список источников [23])

Произошло не только удаление цианида, но и концентрация меди и цинка снизилась до приемлемого уровня. Метод Дегусса применяют для самых разнообразных отвалных продуктов: пульп, растворов, промывочных вод и т. д. Данный метод снижает уровень общего цианида до 1 мг/л и менее в зависимости от состава исходного материала при расходах пероксида водорода, превышающих в два-шесть раз стехиометрическое

количество. Достижение указанных уровней по цианидам обеспечивается в течение времени от 5 мин. до 2 ч. [12]

Более длительное время требуется для разрушения цианидов никеля, меди, марганца и сульфидных материалов. В зависимости от условий, помимо пероксида водорода, в процессе требуются серная кислота и известь для контроля pH, сульфат окисного железа для осаждения мышьяка и сурьмы, сульфат меди в качестве катализатора и запатентованный реагент (ТМТ-15) для удаления ионов.

Таких металлов, как ртуть. Поддерживаемое при этом значение pH 9-10,5 оптимизирует скорость гидролиза цианатов и определяет возможность образования аммония или более токсичных его форм. ТМТ-15 – 15%-ный раствор тризодимовой соли тримеркаптотриазина, образующей высокопрочные комплексные соли металлов, которые осаждаются в осадительных прудках [12].

Второй – этап осаждения – тяжёлые металлы и другие растворённые в стоках частицы принимают твёрдую форму и оседают на дно пруда, после чего удаляются. На этом этапе используется механическая очистка сточных вод.

2.2.2 Механический метод очистки

Механический метод очистки применяется для отделения твердых и взвешенных частиц. Используются способы:

- 1) процеживание;
- 2) отстаивание
- 3) фильтрование.

Процеживание – первичная стадия очистки сточных вод – вода пропускается через специальные металлические решетки (сита) с шагом 5 – 25 мм, установленные наклонно. Периодически они очищаются от осадка с помощью специальных поворотных приспособлений.

Отстаивание – происходит в специальных емкостях, которые по направлению движения воды делят на горизонтальные, вертикальные, радиальные и комбинированные. Общими для них являются выход очищенной воды в верхней части отстойника и гравитационный принцип осаждения частиц, которые собираются внизу. Разновидностью отстойника являются песколовки, применяющиеся для выделения частиц песка в стоках.

Фильтрование – пропускание воды через слой пористого материала. Фильтры очищают воду от тонкодисперсных твердых примесей даже при небольших концентрациях. Фильтроматериалы разнообразны: кварцевый песок, гравий, антрацит, частички металлов и др. Песчаные фильтры – основные очистители при водоподготовке.

третий – этап адсорбция - Для удаления из сточной воды коллоидных и мелкодисперсных примесей, а также тяжелых металлов, фенолов, кислот, щелочей применяют физико-химические методы очистки.

2.2.3 Физико-химический метод очистки

Такой метод очистки позволяет выделять из стоков мелкодисперсные и растворенные смеси неорганических соединений и разрушать трудноокисляемые органические вещества. Существует несколько видов такой очистки, выбор которого зависит от объема воды и количества содержащихся в ней примесей.

Коагуляция

Этот вид предполагает внесение химических реактивов: солей аммония, железа и т.п. Вредные примеси оседают в виде хлопьев, после чего их изъятие не представляет трудностей. При коагуляции мелкие частицы слипаются в крупные соединения, что значительно повышает эффективность процесса осаждения. Подобный метод очистки выделяет из стоков основную часть нежелательных включений. Он находит применение при возведении промышленных очистных систем.

Флокуляция

Для ускорения процесса, при котором происходит образование осадка, дополнительно применяют флокуляцию. Молекулярные соединения флокулянта при контакте с вредными примесями объединяются в одну систему, что позволяет снизить количество коагулянта. Хлопья, выпавшие в осадок, удаляются механическим способом.

Флокулянты бывают различного происхождения: природного (диоксид кремния) и синтетического (полиакриламид). На скорость процесса флокуляции оказывают влияние порядок добавки реактивов, температура и уровень загрязнения воды, с какой частотой и силой происходит смешивание. Время нахождения стоков в смесителе — 2 мин, а контактирование с реагентами — до одного часа. После чего осуществляют осветление воды в отстойниках. Сократить затраты коагулянтов и флокулянтов позволяет двойная обработка сточных вод, когда первоначальное отстаивание проводят без применения реагентов. Очистка сточных вод, способом Флокуляции дает высокую результативность, позволяет удалять различные виды загрязнений.[12]

Необходимо отметить что, предприятие также очищает воду озера Петрова.

В озере Петрова высока концентрация осадочных отложений. При этом, озеро имеет характерный молочный вид и повышенные фоновые (природные) концентрации таких элементов, как железо и алюминий, а также взвешенные вещества. Для очистки технической воды достаточно осаждения взвесей. Однако без предварительной очистки качество воды озера Петрова не отвечает санитарно-гигиеническим нормативам,

применяемым к питьевой воде. На предприятии использует методы очистки, отвечающие мировым стандартам коммунально-бытового водопотребления. Это флокуляция, фильтрация, хлорирование (обезвреживание). В совокупности эти процессы удаляют мелкие частицы (которые могут содержать металлы) и дезинфицируют воду для ее хранения и безопасного употребления, предназначенную для хозяйственно-бытового использования в лагере рудника, на фабрике и других объектах.

В 2017 г. для хозяйственно-бытовых нужд использовано около 0,2 млн м³ воды, что составляет лишь 3,8% объема использованной воды из озера Петрова. Качество питьевой воды постоянно контролируется для обеспечения её безопасности и соответствия нормам. Объем водопритока в зоны карьера в 2017 г. значительно отличается от значений прошлых лет, в первую очередь, в связи с началом работ по водоотведению на участке Северо-Восток и с участка Сарытор. Кроме того, значительно увеличился объем поступающей воды в центральный карьер. На поверхностный водоток последнего оказывают влияние не только климатические факторы и атмосферные осадки, но и близкое расположение ледниковых зон.[16]

После того как очищается воды отправляется в реку Кумтор, которая является притоком реки Нарын.

От качества используемой воды будет зависеть не только качество выпускаемой продукции, но и состоянии промышленного оборудования, используемого при производстве. Техническая вода применяется в промышленности для изготовления, переработки, промывки, разбавления, охлаждения или транспортировки продукции, включая воду как составляющую продуктов или воду для поддержания санитарно-гигиенического состояния помещений предприятия.

Вывод

Исходя из этих данных, можно сделать следующие выводы.

Из-за нестабильной работы ОСПС происходит неконтролируемый сброс воды в реку Кумтор, содержащих тяжелые металлы и органические вещества в количествах, превышающих ПДК. Значительно влияет на окружающую среду территории Кумтор.

Со сточной водой в водоемы часто попадают тяжелые металлы, которые являются ядами кумулятивного, канцерогенного и мутагенного действия, поэтому должны подвергаться глубокой очистке. Поступление в водные объекты большого количества загрязняющих веществ в составе смешанного промышленного стока зачастую связано с низкой эффективностью, методы очистки промышленных сточных вод.

Таким образом, разработка месторождений полезных ископаемых на горной территории неминуемо влечет нарушение природной среды не в лучшую сторону.

ГЛАВА 3. ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИОНООБМЕННЫЙ МЕТОД ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД.

Промышленные сточные воды предприятий, по статистике самые большие по объемам среди себе подобных и наиболее опасные для экологии окружающей среды. Они включают химические, биологические, механические примеси. Содержат практически всю таблицу Менделеева. Каждый «загрязнитель» особенный, требует особых технологий и оборудования для удаления из сточных вод.

Многочисленный опыт передовых стран свидетельствует о возможности реализации бессточных систем путем повторного использования очищенных сточных вод. Повторное использование очищенных сточных вод в системе промышленного водоснабжения в полной мере зависит от конкретных местных условий, применяемых технологий и определяется главным образом его возможностью и целесообразностью. Многие крупные предприятия располагают заводскими очистными сооружениями, которые имеют установки для механической, физико-химической и биологической очистки. Однако в большинстве своем, такие системы существенно устарели. В такой ситуации в водоемы попадает воды с высоким содержанием фосфора, азота, бактерий и другой органики, что приводит к ухудшению экологии отдельно взятого региона. Промышленная очистка воды наряду с процессом водоподготовки является весьма сложным и трудоемким мероприятием ввиду низкого качества водных ресурсов большинства регионов страны.[4]

С целью рационального использования природных ресурсов и предотвращения загрязнения водных объектов региона. Я предлагаю использовать комплексный метод для высоко эффективной очистки промышленных стоков.

3.1 Комплексная очистка сточных вод

Комплексная очистка воды от всего спектра представленных загрязнений с помощью какого-либо отдельно взятого элемента или метода, не осуществима. Таким образом, в очистных системах, для получения воды заданного качества, всегда применяется та или иная последовательность воздействий на очищаемую воду, осуществляемая определенным сочетанием очистных элементов. Сочетания очистных элементов, сгруппированные в определенную последовательность, называются технологической схемой очистки, а отдельные комбинации воздействий ее этапами.

С целью удаления из воды или изменения фазово-дисперсного состояния названных примесей. Конкретное воздействие осуществляется с помощью

соответствующего ему очистного устройства или элемента, который, в свою очередь, реализует определенный метод или способ очистки.

Технологическая схема комплексной очистки воды, для удобства ее дальнейшего использования, подразделяется на этапы обработки. Этапом обработки называется логически выстроенная последовательность воздействий, направленных на удаление из воды примесей определенных групп без изменения их фазово-дисперсного состояния или предназначенных для изменения фазово-дисперсного состояния некоторых примесей с целью их дальнейшего удаления.

Для получения оптимальной технологической схемы очень важно иметь информацию не только о химическом составе исходной воды и концентрации загрязняющих ее веществ, но и правильно установить конкретные фазово-дисперсные состояния, в которых данные вещества (примеси) находятся в объеме воды, поступающей на очистку.

Многообразие фазово-дисперсных состояний примесей в воде приводит к необходимости их классификации. В настоящее время получила наиболее широкое распространение следующая классификация:

I группа примесей (загрязнений) имеет размеры частиц от 1000 до 0,10 (мкм). К ней относятся: взвешенные вещества, эмульсии, суспензии, а также различные микроорганизмы планктона и бактерии.

II группа характеризуется дисперсностью частиц от 0,10 до 0,010 (мкм). Её составляют коллоидно-растворённые примеси и высокомолекулярные органические вещества.

К III группе примесей, размер частиц которых составляет от 0,010 до 0,0010 (мкм) [10÷1 нм], отнесены молекулярно-растворенные вещества, в том числе растворенные газы (H₂, O₂, CO₂ и т.д.), а также вирусы и бактериофаги.

IV группу загрязнений с размером частиц менее 0,001 (мкм) [< 1 нм] составляют вещества, диссоциирующие в воде на ионы.

Логично, что за основной критерий, характеризующий как свойства, так и состояние какой-либо примеси, следует принять способность ее выделения из воды с помощью того или иного метода очистки. Таким образом, названная система классификации будет более плотно привязана к конечной цели ее создания, а именно, получению необходимой информации для разработки технологии очистки конкретного стока.

Итак, предлагается использовать методы составляющую комплексно-технологическую систему очистки - микробиологическая, электрохимическая, ионный обмен, мембранная система, наночистота, обратный осмос и др.

Исходя из представленной информации, установим последовательность воздействий на очищаемую воду, при этом получим общий вид технологической схемы ее очистки. Итак, в соответствии с выше указанными положениями, технологическая схема комплексной очистки воды, в общем виде, подразделяется на несколько этапов:

Предварительная очистка, которая включает в себя:

предварительное осветление, т.е. удаление из воды примесей I группы, находящихся во взвешенном состоянии. Осуществляется в отстойниках, гидроциклонах или на механических фильтрах;

предварительное извлечение и окисление высокомолекулярных веществ (псевдоколлоидных частиц); т.е. удаление из воды примесей IV группы. Осуществляется в пенных сепараторах или флотаторах (удаление СПАВ), также в контактных емкостях (окисление высокомолекулярных органических веществ специальными агентами: гипохлориты, перманганаты, бихроматы, озон, хлор и др.).

сопутствующее отдувке дезодорирование (замещение молекулярно растворенных в воде газов на атмосферные), при этом реализуется воздействия именуемые «аэрация и окисление».

предварительное обеззараживание (является эффектом, сопутствующим окислению высокомолекулярных растворов).

при необходимости: корректировка pH. Осуществляется путем дозированной подачи в поток воды соответствующего реагента.

Основным воздействием для этапа предварительной очистки является осаждение, т.е. отделение веществ I группы, которое осуществляется в отстойниках, гидроциклонах и т.д.

1. Укрупнение – введение в очищаемую воду коагулянтов (флокулянтов) и последующее образование гидроокисей (хлопьев) в ее объеме целесообразно выделить отдельным этапом.

Основными воздействиями данного этапа являются реагентная обработка и хлопьеобразование. В качестве реагентов выступают: растворы полимолекулярных веществ (флокулянты); растворы солей металлов (коагулянты) или электрохимически растворенные металлы (электрокоагуляция). Реагентная обработка осуществляется в устройствах смешения или в электрокоагуляторах. Хлопьеобразование происходит в контактных камерах или в емкостях (камерах) хлопьеобразования, причем последние

могут быть значительного объема. В этом случае, помимо хлопьеобразования данные емкости предназначены и для соосаждения хлопьев и адсорбированных на их поверхности (укрупненных) веществ с получением осадка. Таким образом, на этапе укрупнения ультравзвешенные и коллоидные примеси из II и III групп переводятся в состояние, характерное для крупнодисперсных частиц, т.е. веществ из I группы, которые затем легко могут быть выделены из воды путем осаждения, контактного осветления или фильтрации.

2. Осветление, которое включает в себя:

отделение укрупненных загрязнений. Осуществляется на контактных осветлителях (механических фильтрах);

отделение примесей, находящихся в состоянии молекулярных истинных растворов, т.е. удаление загрязнений V и VI групп. Осуществляется в устройствах сорбции;

при необходимости: дополнительное окисление растворенных высокомолекулярных веществ. Осуществляется в контактных емкостях;

при необходимости: корректировка pH;

основными воздействиями для этапа осветления являются фильтрация или контактное осветление, а также сорбция.

3. Умягчение и обессоливание, которые включают в себя:

при необходимости: удаление катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , NH_4^+ и т.д., и возможное удаление анионов CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , т.е. веществ, принадлежащих к VII группе (солей жесткости) или замещение всех катионов, содержащихся в воде, на ионы Na^+ или H^+ . Осуществляется реагентным способом или в ионообменных фильтрах (умягчение).

удаление веществ, находящихся в состоянии истинных ионных растворов (VII группа) таких как: Na^+ , K^+ и т.д. (катионы); Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , CO_3^{2-} , SiO_3^{2-} и т.д. (анионы). Осуществляется в ионообменных фильтрах, на обратноосмотических и электродиализных установках, в дистилляторах (обессоливание). при необходимости: корректировка pH.

4. Обеззараживание и, при необходимости, консервация. Обеззараживание является обязательным этапом при обработке воды любого качества.

Возможные последовательности этапов комплексной очистки воды (в общем виде) представлены на рисунках.

Рисунок 9 – Схема комплексной очистки



Рисунок 9 –(список источников [41])

В технологическом процессе все этапы и реализующие их очистные элементы являются одинаково важными, поскольку только строго выверенная последовательность воздействий на очищаемую воду позволяет добиться необходимого результата. Однако, некоторые этапы имеют доминирующее значение, так как от правильности и эффективности их проведения всецело зависят условия функционирования очистных устройств, реализующих последующие этапы очистки.

Другими словами, некоторые воздействия оказывают решающее влияние, но не на конечный результат, т.е. качество очистки, а именно, на затратную составляющую технологического процесса в целом, например: на периодичность замены или регенерации загрузок, на срок эксплуатации дорогостоящих очистных элементов, на количество расходных материалов и т.д. В нашем случае таким этапом является укрупнение, поскольку от его эффективности зависят условия, а, следовательно, и срок эксплуатации сорбционной загрузки, ионообменной смолы и обратноосмотической мембраны, т.е. наиболее дорогостоящих расходных материалов.

Итак, с ядром процесса очистки в целом является отделение или трансформация веществ IV группы с последующим укрупнением и удалением из воды загрязнений II и III групп, т.к. от эффективности осуществления данных воздействий всецело зависит работоспособность последующих устройств очистки. Работа контактных осветлителей зависит от эффективности укрупнения частиц, эффективность функционирования: сорбционных и ионообменных фильтров, электродиализеров, дистилляторов, ультрафильтрационных и обратноосмотических установок, устройств обеззараживания

всех типов, полностью определяется качеством воды, поступающей на данные устройства и, таким образом, от концентрации в ней веществ II и III групп.

Еще раз подчеркнем, что совокупность перечисленных этапов является общим видом технологической схемы комплексной очистки воды. Элементы и устройства необходимые для реализации определенного воздействия, а также количество этапов, требующихся для получения воды заданного качества, полностью зависят от химического состава стока, концентраций и фазово-дисперсных состояний загрязняющих веществ, содержащихся в исходной воде, и устанавливаются индивидуально для каждого конкретного объекта.

3.2 Ионообменные смолы для очистки воды

Ионообменные смолы (иониты) – это твердые зернистые материалы, практически нерастворимые в воде и обычных растворителях, содержащие активные (ионогенные) группы кислотного или основного характера с подвижными ионами.

Ионообменные смолы в основном применяют:

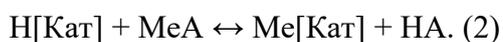
- для умягчения и обессоливания воды в теплоэнергетике и других отраслях;
- для разделения и выделения цветных и редких металлов в гидрометаллургии;
- при очистке возвратных и сточных вод;
- для регенерации отходов гальванотехники и металлообработки;
- для разделения и очистки различных веществ в химической промышленности;
- в качестве катализатора для органического синтеза.

Самый популярный химический реагент, используемый для водоподготовки ионным способом – это специальная смола. Она представляет собой твердое вещество неорганического происхождения с пористой структурой. В качестве катионитов применяют синтетические смолы типа бакелита, полученные из фенолов и формальдегида. В катионитах чаще всего происходит замещение ионов натрия (Na–катионит), или ионов калия (K–катионит), или ионов водорода (H–катионит) на ионы, содержащиеся в воде. Ионный обмен выражается обычными химическими реакциями обмена. Например, для Na–катионита:

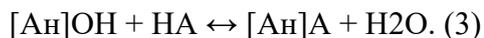


где MeA – химическая формула соли, состоящей из катиона металла Me и аниона A

Для H–катионита:



В последнем случае получают кислые растворы с низким значением рН. Если это нежелательно или надо удалить какой-либо анион из воды, воду фильтруют через аниониты, чаще всего ОН–анионит:



Если воду, содержащую соли, пропустить последовательно сначала через Н–катионит (реакция 2), а затем через ОН–анионит (реакция 3), то произойдет полное удаление всех ионов из воды.

Аниониты получают конденсацией анилина с альдегидом. Ионообменные смолы выпускаются и используются преимущественно в виде зерен различной формы размером частиц от 0,02 до 2 мм.

Реакции ионного обмена протекают в эквивалентных количествах и обратимы, что позволяет проводить регенерацию ионитов

Важной характеристикой ионитов является обменная емкость. Различают полную, статическую и динамическую обменные емкости. Полной обменной емкостью называют количество ионов (мг-экв), поглощенное 1 м³ ионита до полного его насыщения. Статическая обменная емкость – это обменная емкость при равновесии в данных условиях. На практике очищаемая вода проходит через слой ионита с определенной скоростью. В данном случае определяют динамическую обменную емкость, которая характеризуется количеством ионов (мг-экв), поглощенное 1 м³ катионита или анионита до проскока ионов через ионит с водой при пропускании воды через ионит с определенной скоростью.

При достижении заданного предела обменной емкости ионита проводят его восстановление, т. е. регенерацию. Регенерация – это ионный обмен, проводимый в обратном порядке. Регенерацию Na-катионитов осуществляют слабым раствором поваренной соли (NaCl), а Н–катионитов – введением 1÷1,5 % раствора минеральной кислоты (HCl, H₂SO₄). Регенерацию ОН-анионитов проводят обычно 4% раствором щелочи (KOH, NaOH).

3.3 Преимущества метода

Преимуществами ионообменного процесса являются очистке сточных вод сложного состава, содержащих ряд тяжелых металлов: медь, цинк, железо, хром, свинец, в литературе предлагаются как методы их совместного извлечения, так и приемы постадийной очистки от одного или нескольких металлов. При этом при этом предлагаются решения разделения металлов на стадии десорбции. Еще одна особенность этого реагента является очистка чрезвычайно токсичные вещества, таких как кадмий, сульфат и нитрит и т.д.

Они могут применяться не только для подготовки питьевой воды, но и для очистки промышленных стоков. Прочие методы не способны обеспечить достаточный уровень очистки. Этот способ устраняет не только соли жесткости, но и другие растворенные загрязнения, которые способны к ионному обмену. Прибор прост в устройстве и использовании. В нем нет сложных частей. Процесс обслуживания включает замену картриджа или восстановление ионообменной смолы.

ВЫВОДЫ

1. Анализируя качественный и количественный состав выявилось что качества промышленных стоков не удовлетворяет потребности.
2. Изучив эффективности используемых методов очистки промышленных стоков убедилась, что необходимо применять комплексные системы очистки.
3. Определив возможности использования комплексной системы очистки сточных вод, можно сделать следующий вывод: предлагаемый метод является наиболее эффективными и дает возможность получить ожидаемый результат.

Заключение

В данной дипломной работе была проанализирована деятельность предприятия Кумтор. Были изучены теоретические источники по теме дипломной работе. А также рассмотрены используемые методы очистки промышленных стоков предприятий. Определены эффективности очистки сточных вод, по проведению анализа ГАООС и ЛХ, и Центральной лаборатории.

Подводя итог вышесказанного, можно сделать вывод, что концентрации элементов и цианидов, определенные в пробах донных отложений и почв в ходе данного исследования, находятся в пределах концентраций элементов, обычно обнаруживаемых в континентальной земной коре. Данные не подтверждают наличия донных отложений и почв с чрезмерно высокими концентрациями цианидов и токсичных элементов в точках отбора проб, используемых для данного исследования. Проба сточных вод (SK 6 w) показывает более высокую электрическую проводимость и повышенные концентрации сурьмы, мышьяка, меди, кобальта, никеля, молибдена, аммиака, сульфата, бора и фторида в сравнении с пробами поверхностных вод. Самые ярко выраженные различия были обнаружены по концентрациям сурьмы, никеля, меди и молибдена.

Пульпа из хвостохранилища показывает высокие концентрации железа и марганца. Концентрация цианидов и токсичных элементов довольно низкая. В соответствии с аналитическими результатами нет подтверждения наличия чрезмерно высоких концентраций цианидов и токсичных элементов в проанализированной пробе сточных вод. Однако, следует отметить, что с помощью предлагаемого метода можно достичь наиболее эффективной очистки промышленных стоков.

Список использованных источников

1. Айдаралиев Б.Р. Проблема хвостохранилищ и горных отвалов в Кыргызской Республике: Междунар. научно-практ. Конф. – Б,2012. – 226с.
2. Акматова Г.Б. Оценки устойчивости дамб хвостохранилищ в горных районах в зонах вечной мерзлоты: Сборник науч. докл. Междунар. научно-практ. Конф. – Б, 2002. - 216с.
3. Анучин, В. А. Основы природопользования. Теоретический аспект / В.А. Анучин. - М, 1978. - 296 с.
4. Алиев Зарлык. Экология и природопользование: учебник / З.Алиев; под ред. В.К. Иванова; КНУ им. Ж. Баласагына.- 2-е изд.- Бишкек, 2014. - 246с.
5. Алымкулов М.С. Экологическая безопасность Кыргызстана: Монография / М.С. Алымкулов; под ред. О.А. Тогусакова. – НАН КР: - Бишкек. – 245с.
6. Арсентьев А.И. Проектирование горных работ при открытой разработке месторождений: учебник / И.А. Арсентьев, Г.А. Холодняков; Москва. – 1994- 336с.
7. Арустамов Э. А. Экологические основы природопользования: учеб. Пособие / Э. А. Арустамов. — М.: Дашков и К, 2001. — 236 с.
8. Атыкенова Э.Э. Горнодобывающая промышленность Кыргызстана и ее влияния на окружающую среду: Сборник науч. докл. Междунар. научно-практ. Конф. – Б, 2013. - 236с.
9. Бозов К.Д. Природопользование и чрезвычайные ситуации в горных условиях: монография / К.Д. Бозов.- Бишкек, 2011. - 143с.
10. Боконбаев К. Дж. Экология, окружающая среда и безопасность Кыргызстана. / К. Дж Боконбаев. – Бишкек; ОсОО «ТАС», 2004.-175с.
11. Боконбаев К. Дж. Проблемы устойчивого развития Кыргызстана: монография / К. Дж Боконбаев. – Б.: КРСУ, 2013.-155с.
12. Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник / Ю.В. Воронов. [и др.] - изд.4-е, доп. и перераб. - М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. - 702 с.
13. Блинов, Л. Н. Экологические основы природопользования. Практикум / Л.Н. Блинов, И.Л. Перфилова, Л.В. Юмашева. - М.: Дрофа, 2010. - 144 с.
14. Голубовская, Э. К. Биологические основы очистки воды. / Э.К. Голубовская.- М.: Высшая школа, -1978.- 350 с.
15. Грушко, Я. М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах.// Я. М. Грушко. Л.: Химия, -1979.-160 с.

16. Гольдберг, В. М. Взаимосвязь загрязнения природных вод и природной среды.// В. М. Гольдберг. Ленинград, -1987. -248 с.
17. Гурова Т. Ф. Основы экологии и рационального природопользования: учебник / Т.Ф. Гурова, Л.В. Назаренко. – 3-е изд., и доп. перераб. – М. : Юрайт, 2017. – 221 с.
18. Жакыпбекова А.Т. Техногенные состояния хвостохранилищ в Кыргызстане [Текст] / А.Т Жакыпбекова, К.Ж Усенов // Известия ВУЗов Кыргызстана.- 2017.-137с.
19. Кыргызская Республика. Закон «Об охране окружающей среды» (В редакции Законов КР от 16 июня 1999г № 53- ст- 59).
20. Кыргызская Республика. Закон «О воде» (В редакции Законов КР от 28 июля и 26 сентября 1995 года № 21-І, ст- 52-59).
21. Клименко Д. П. Отходы горного производства, как источник загрязнения окружающей среды: [в условиях Кыргызстана] / Д.П. Клименко // Известия Кыргызского Государственного Технического Университета им. И.Раззакова. 2012.-241с.
22. Константинов, В. М. Экологические основы природопользования / В.М. Константинов, Ю.Б. Челидзе. - М.: Академия, 2011. - 240 с.
23. Лозановская И.Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: учеб. пособие. / И.Н Лозановская, Д.С Орлов, Л.К Садовникова.- М.:1998.- 287с.
24. Мирзаев Г.Г. Экология горного производства: // Г. Г Мирзаев [и др.]. – СПб.: М, Недра, 1991.- 288-307 стр.
25. Муравей Л.А. Экология и безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие / Под ред. Л. А. Муравей — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2010.— 431 с.
26. Магарил, Е.Р. Основы рационального природопользования: Учебное пособие / Е.Р. Магарил, В.Н. Локетт. - М.: Книжный дом Университет, 2008. - 460 с.
27. Отчет ЗАО «Кумтор Голд Компани» об охране окружающей среды и устойчивом развитии за 2017год.[электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.kumtor.kg> .
28. Отчет Государственной Комиссии по проверке и изучению соблюдения ЗАО «Кумтор Голд Компани» (КГК) норм и требований по рациональному использованию природных ресурсов, охраны окружающей среды, безопасности производственных процессов и социальной защиты населения: Бишкек. Изд-во «Учкун», 2013.- 488 с.

29. Осмонбетова Д.К. Водохранилища Кыргызстана и их использование для обеспечения гидроэкологической безопасности страны и с определенных территорий: Автореф. Дисс. Канд.геогр.Наук: 25.00.27/ Д.К. Осмонбетова; Москва,-2001.- 160с.
30. Постановление Правительства Республики Кыргызстан от 12 мая 1993 г. № 202 «О концессионном договоре между Правительством Республики Кыргызстан и совместным Кыргызско-Канадским предприятием «Кумтор Голд Компани».
31. Родина Е.М. Устойчивое развитие эколого-антропогенных систем: Монография / Е.М. Родина; Из-во. КРСУ , - 2006. - 180с.
32. Сборник нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды. Государственное агентство охраны окружающей среды и лесного хозяйства при Правительстве КР. Бишкек, 2016. – 544с.
33. Сыдыков К.С. Экономика природопользования Кыргызстана: учебник для вузов / К.С. Сыдыков, К.О. Молдошев / под ред. Турар. Бишкекского Гуманитарного Университета. - 2005. – 153с.
34. Садовникова, Л.К. Экология и охрана окружающей среды при химическом загрязнении: / Л.К. Садовникова, Д.С. Орлов, И.Н. Лозановская. – М.: Высш. шк., 2006. – 334 с.
35. Торгоев И.А. Экология горнопромышленного комплекса Кыргызстана. / И.А. Торгоев, Ю.Г. Алешин; под ред. И.Т. Айтматова.- Бишкек 2001.- 182с.
36. Торгоев И.А. Ледники, золото и геоэкология Кумтора. / И.А.Торгоев.- Б, 2016.-195с.
37. Хамитова К.К. Разработка промышленных сточных вод от ионов тяжелых и цветных металлов: Автореф. Дисс. канд. техн. Наук: 05.17.01 / К.К Хамитова; Шымкент,- 2010.-190с.
38. Хаустов А.П. Природопользование, охрана окружающей среды и экономика: Учебное пособие / А. П. Хаустов, М. М. Редина, С. Б. Кукольщикова и др. — Изд-во РУДН Москва, 2006.-613с.
39. Шукуров Э. Дж. Природные основы устойчивого развития Кыргызстана: Учебное пособие / Э. Дж. Шукуров. - Б, 2009.-172с.
40. Шимова О.С. Экономика природопользования: учебное пособие / О. С. Шимова, Н. К. Соколовский. – Москва: Инфра-М, 2012. – 360 с.
41. Яковлев, С. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учеб. / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов. под общ. ред. Ю. В. Воронова. – Изд.2–е. – Москва : АСВ, 2002. – 703 с.

Электронные ресурсы

1. Официальный сайт Горнодобывающей компании ЗАО «Кумтор Голд Компани» год 2019. [электронный ресурс] // Администрация ЗАО КГК [сайт] доступном режиме – URL [http / www.kumtor.kg](http://www.kumtor.kg).
2. Официальный сайт Государственной инспекции экологической и технической безопасности при Правительстве Кыргызской Республики. 2019.год [электронный ресурс] // Администрация Госэкотехинспекции при ПКР [сайт] доступном режиме - URL: <http://www.geti.gov.kg>.
3. Официальный сайт Государственного агентства охраны окружающей среды и лесного хозяйства при правительстве Кыргызской Республики. 2019 год [электронный ресурс] // Администрация ГАООС и ЛХ при ПКР [сайт] доступном режиме – URL: <http://www.ecology.gov.kg>.
4. Официальный сайт Вестник Евразийской науки (The Eurasian Scientific Journal) 2019 год [электронный ресурс], [сайт] доступном режиме – URL: <https://www.esj.today>.

Выпускная квалификационная работа (магистерская работа) выполнена мной самостоятельно. Использованные материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них. Материалов, содержащих информацию ограниченного доступа, не содержится.

Отпечатано в 1 экземплярах

Библиография содержит 41 наименование

На кафедру сдан 1 экземпляр

« ____ » _____
(дата)

(подпись)

(Ф.И.О)