

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН
ТОО «Vostok Engineering UKG»
Государственная лицензия №20000562

Заказчик: ТОО «KhanTauMinerals»

РАБОЧИЙ ПРОЕКТ

Объект: «Строительство золотоизвлекательной фабрики для переработки 300 000 тонн золотосодержащих руд по технологии чанового выщелачивания с хвостохранилищем, в Мойынкумский район Жамбылской области в 15 км к северо-западу от п. Акбакай»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
18/07-2024-ПЗ
ТОМ I

г. Усть-Каменогорск
2025г.

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН
ТОО «Vostok Engineering UKG»
Государственная лицензия №20000562

Заказчик: ТОО «KhanTauMinerals»

РАБОЧИЙ ПРОЕКТ

Объект: «Строительство золотоизвлекательной фабрики для переработки 300 000 тонн золотосодержащих руд по технологии чанового выщелачивания с хвостохранилищем, в Мойынкумский район Жамбылской области в 15 км к северо-западу от п. Акбакай»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

18/07-2024-ПЗ

ТОМ I

Директор
ТОО «Vostok Engineering UKG»



Каримов Ж.К.

г. Усть-Каменогорск
2025г.

Технические решения, принятые в рабочих чертежах, соответствуют требованиям экологических, санитарно-гигиенических, противопожарных и других норм и правил, действующих на территории Республики Казахстан, и обеспечивают безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных рабочими чертежами мероприятий.

Главный инженер проекта

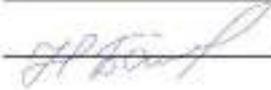
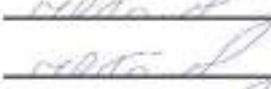
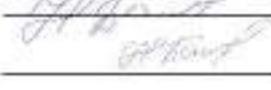
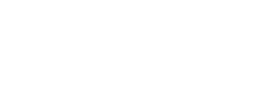


Бакболатулы Н.

Состав рабочего проекта

- | | | |
|-----|---------------------------------|-------|
| 1. | Общая пояснительная записка | -ПЗ; |
| 2. | Генеральный план | -ГП; |
| 3. | Технологические решения | -ТХ; |
| 4. | Архитектурные решения | -ТХ; |
| 5. | Конструкции железобетонные | -КЖ; |
| 6. | Конструкции металлические | -КМ; |
| 7. | Отопления и вентиляция | -ОВ; |
| 8. | Водопровод и канализация | -ВК; |
| 9. | Электрооборудования | -ЭЛ; |
| 10. | Пожарная, охранная сигнализация | -ПОС; |
| 11. | Слаботочные сети | -СС; |

Состав исполнителей

Наименование разделов	Подпись	ФИО
Генеральный план		Бакболатулы
Технологические решения		Фадеев
Архитектурные решения		Баймулдина
Конструкции железобетонные		Мамышев
Конструкции металлические		Сагисв
Отопления и вентиляция		Литовка
Водопровод и канализация		Литовка
Электрооборудования		Бакболатулы
Пожарная, охранная сигнализация		Бакболатулы
Слаботочные сети		Бакболатулы

СОДЕРЖАНИЯ

1. Исходные данные для проектирования.....	7
2. Характеристики участка строительства.....	7
3. Краткая характеристика объекта строительства.....	11
4. Генеральный план.....	13
5. Технологические решения.....	14
6. Объемно-планировочные решения.....	77
7. Конструктивные решения.....	78
8. Отопления и вентиляция.....	80
9. Водопровод и канализация.....	83
10. Электроснабжения.....	84
11. Слаботочные системы.....	89
12. Хвостохранилище.....	93
Список использованной литературы.....	97

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

1. Задания на проектирования от 18.07.2024г, утвержденное Заказчиком ТОО «Khan Tau Minerals».
2. Архитектурно-планировочное задания №KZ33VUA01408410, выдан «17» февраля 2025г. Отдел архитектуры и градостроительства Мойынкумского района.
3. Госакт на право частной собственности на земельный участок кадастровый № _____, выдан _____
4. Топографическая съемка М
5. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям "Разработка проектной документации на площадь строительство хвостохранилища", расположенного по адресу: Жамбылская область, Мойынкумский район, 15 км от поселка Акбакай, месторождение Верхне-Андасайское

2. ХАРАКТЕРИСТИКИ УЧАСТКА СТРОИТЕЛЬСТВА

Инженерно-геологические изыскания по объекту: "Разработка проектной документации на площадь строительство хвостохранилища", расположенного по адресу: Жамбылская область, Мойынкумский район, 15 км от поселка Акбакай, месторождение Верхне-Андасайское, выполнены ТОО "КалбаГеоПроект", имеющим лицензию на изыскательские работы для строительства (приложение 4.1).

Основанием для производства работ послужил техническое задание на проведение инженерно-геологических изысканий (приложение 4.2).

Целевым назначением инженерно-геологических изысканий являлось:

- Выполнить инженерно-геологические изыскания на площадке строительства в соответствии с СП РК 1.02-102-2014, а именно: пробурить 2 скважины на глубину 5,0м, 5 скважины на глубину 9,0м, 12 скважины на глубину 12,0м в контуре проектируемых зданий (смотри генплан; приложение №1 к заданию).
- Изучить физико-механические свойства грунтов основания и представить нормативно-расчетные значения показателей физико-механических характеристик грунта согласно СП РК 5.01-102-2013 "Основания зданий и сооружений".
- Указать сейсмическую опасность района и исследуемой площадки строительства, а также категорию грунтов по сейсмическим свойствам по СП РК 2.03-30-2017*.
- Установить возможность современных геологических процессов отрицательно воздействовать на условия строительства и эксплуатацию проектируемых сооружений согласно СП 116.13330.2012 СНиП 22-02-2003

"Инженерная защита территории, зданий и сооружений от опасных геологических процессов".

Для решения вышеперечисленных задач на площадке строительства, в соответствии с приложением к заданию, пробурены скважины с отбором монолитов на определение полного комплекса физико-механических свойств, разрушенные пробы для определения физических свойств. Для классификации грунтов основания площадки и получения нормативно-расчетных значений показателей физико-механических свойств грунтов выполнен необходимый комплекс лабораторных исследований в геотехнической лаборатории ТОО "G Global Proejet" (Аккредитация № KZ.T.02. E0859).

Компрессионные испытания грунта выполнены согласно ГОСТ 23161-2012 и ГОСТ 12248-2010 на приборах ПКП-10 ПС производства ООО СКТП "СТАРТ"

Сдвиговые испытания проб грунта выполнены согласно ГОСТ 12248-2010 на приборах ПС-40 производства ООО СКТП "СТАРТ" методом одноплоскостного неконсолидированного дренированного среза при нормальных вертикальных нагрузках 0.1; 0.2 и 0.3 МПа.

Нормативно-расчетные значения физико-механических характеристик грунтов получены после статистической обработки полученных лабораторных результатов испытаний по методике, изложенной в ГОСТ 20522-2012.

Полевые, лабораторные и камеральные работы выполнялись с соблюдением положений и требований, действующих в Республике Казахстан

2.1. Геологическое описание района

Геологическое строение района Мойынкум, Андасай характеризуется разнообразием осадочных и вулканогенных пород, отражающих сложную геологическую историю региона.

1. Палеозойский фундамент

В южной части района обнажаются докембрийско-нижнепалеозойские гранитно-метаморфические образования, составляющие консолидированный фундамент. Эти породы представлены метаморфизованными песчаниками, сланцами, кварцитами и конгломератами. Мощность этих отложений может превышать 10 км.

2. Палеозойские осадочные и вулканогенные породы

На палеозойском фундаменте залегают осадочные и вулканогенные породы верхнего палеозоя (карбон-пермь). Эти отложения включают базальты, андезиты, дациты, туфы, известняки, песчаники и конгломераты. Мощность этих слоёв достигает 1500 м.

3. Мезозойские и кайнозойские осадочные отложения В верхней части геологического разреза представлены мезозойские и кайнозойские осадочные отложения, включая пески, гравийно-галечники, супеси и суглинки. Эти

отложения формируют современный рельеф.

2.2. Геолого-литологическое строение и гидрогеологические условия площадки

В геологическом строении по данным пройденных скважин, до изученной глубины принимают участие твёрдые, полутвёрдые, мягкопластичные суглинки, перекрытые сверху почвенно-растительным слоем. Ниже залегают местами мелкие пески. Под песками вскрыты выветрелые андезитовые микропорфиры, переходящие в коренные породы андезитового микропорфирита, представляющие собой прочный и устойчивый геологический массив.

В грунтовом основании площадки по результатам бурения и лабораторных исследований проб грунта выделены нижеследующие инженерно-геологические элементы (чертеж 34.РП-ИЗ.001 и приложение 4.6):

ИГЭ-0. Насыпной грунт (суглинок, скальные грунты). Мощность интервал залегания: 0,0м–1,20м. Вскрытая мощность слоя по скважинам колеблется в пределах 0,80-1,20м.

ИГЭ-1. Суглинок просадочный от твердой до полутвердой консистенции, светло коричневого цвета. Мощность интервал залегания: 0,00м-3,90м. Мощность слоя колеблется в пределах 1,70-3,90м.

ИГЭ-1а. Суглинок мягкопластичной консистенции, светло коричневого цвета. Мощность интервал залегания: 0,00м-3,50м. Мощность слоя колеблется в пределах 2,10-3,50м.

ИГЭ-2. Выветрелый андезитовый микропорфирит, трещиноватый, с признаками разрушения, порода темно-серого и черно-зеленого цвета. Породы разрушенные, средней прочностью. Мощность интервал залегания: 0,00м-5,00м. Мощность слоя по скважинам колеблется в пределах 0,40м-3,30м.

ИГЭ-3. Коренные породы андезитового микропорфирита, массивной плотной текстуры, с микропорфировой структурой, вулканическая порода темно-серого и черно-зеленого цвета. Текстура массивная. Породы плотные, прочные. Вскрытая мощность интервал залегания: 0,8м-12,00м. Вскрытая мощность слоя колеблется в пределах 3,50-10,50м.

ИГЭ-4. Песок мелкий, бурого цвета прослойным залеганием. Мощность интервал залегания: 2,50м-3,00м, 3,5-4,2. Мощность слоя колеблется в пределах 0,50-0,70м.

Подземные воды на площадке изысканий, в период проведения полевых работ не вскрыты. Подземные воды аллювиального горизонта выработками, пройденными до глубины 12,0м, но не вскрыты, они залегают глубоко и большое влияние на проектируемое строительство не окажут. В дальнейшем, под воздействием техногенных факторов (с учетом инженерно-строительной освоенности территории) появление подземных вод типа «верховодки», носящей временный характер и локальное распространение вероятно. Рекомендуем защитить основание фундамента от линзовочных вод с помощью дренажной

системы.

Глинистые грунты при увеличении влажности снижают свои прочностные качества вплоть до перехода в жидкое состояние.

2.3. Сейсмичность района

На исследуемой территории, в верхней части литосферы, в пределах которой осуществляется инженерно-строительная деятельность, следует отметить геологические процессы, влияющие на условия проектирования и строительства, а также на эксплуатацию здания.

Из экзогенных процессов следует рассмотреть плоскостную эрозию и просадочные явления, которые проявляется под действием поверхностных вод или утечек из водонесущих инженерных коммуникаций.

Суглинки при замачивании проявляет просадочные свойства от бытовой нагрузки.

Грунтовые условия основания по просадочности выявлено –первого типа.

Сейсмичность зоны строительства, согласно СП РК 2.03-30-2017 в баллах по картам ОСЗ-2475 составляет 6 (шесть) баллов (Мойынкүм).

Сейсмичность площадки участка остается без изменения 6 (восемь), так как не имеется отрицательных факторов по грунтовым условиям. Грунты основания по всем критериям нормативных требований согласно таблице 3.1 НТП РК 08-01.1-2017 (к СП РК EN 1998-1:2004/2012) относятся к типу грунтовых условий – IА.

- тип грунтовых условий площадки строительства – IА;
- значение расчетного горизонтального ускорения a_g (в долях g)=0,051;
- значение расчетного вертикального ускорения a_v (в долях g)=0,7*
 $a_g=0,0357$.
- пиковые ускорения грунта (в долях g) для скальных грунтов $a_{gR}(475)$ – 0,049 и $a_{gR}(2475)$ – 0,076

Средние значения скорости распространения поперечных сейсмических волн согласно таблице 6.1 СП РК 2.03-30-2017* в поверхностных толщах будут следующими:

$$v_{s,30} \geq 800$$

Исследуемая площадка по СП РК 2.03-30-2017 неблагоприятна в сейсмическом отношении из-за местных геологических условий пункт 6.4.2: д (просадочность).

д) с просадочностью грунтов, пльвунами, карстами, горными выработками, сильной нарушенностью пород физико-геологическими процессами;

Уточненный показатель сейсмической опасности площадки

строительства согласно СП РК 2.03-30-2017 (таблица 6.2) будет равен 6 (шесть) баллов.

3. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА

Функциональное назначения проектируемого объекта – золотоизвлекающей фабрики – извлечения золота гравитационным методом и цианирования – руда золотосодержащая месторождения Верхне-Андасайское.

Проект разработан для следующих условий строительства:

В соответствии со СП РК 2.04-01-2017 "Строительная климатология" район изысканий, расположенный вблизи пункта Шыганак (Жамбылская область), относится к III

климатическому району, подрайон В.

Средняя температура наружного воздуха по месяцам приводится в таблице № 2.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
-11,1	-9,3	-1,1	11,0	18,4	24,1	25,9	23,7	17,1	8,8	0,3	-7,3	8,4

Температура воздуха наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,98 – (-31,3° С)

Температура воздуха наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,94 – (-33,5° С)

Температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,98 – (данные отсутствуют)

Температура воздуха наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,94 – (данные отсутствуют)

Температура воздуха теплого периода с обеспеченностью 0,95 – (30,0° С)

Температура воздуха теплого периода с обеспеченностью 0,96 – (данные отсутствуют)

Температура воздуха теплого периода с обеспеченностью 0,98 – (данные отсутствуют)

Температура воздуха теплого периода с обеспеченностью 0,99 – (34,5° С)

Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца года (июль) – 30,0° С

Абсолютная минимальная температура воздуха – (-40,5° С)

Абсолютная максимальная температура воздуха теплого периода – 44,5° С

Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца – (данные отсутствуют)

Продолжительность периода со средней суточной температурой <0° С составляет 120 суток.

Средняя температура этого периода – (-7,3° С)

Продолжительность периода со среднесуточной температурой не выше 8° С составляет 187 суток.

Средняя температура воздуха этого периода – (-2,8° С)

Дата начала отопительного периода: 16 октября

Дата окончания отопительного периода: 9 апреля

Средняя месячная относительная влажность воздуха:

наиболее холодного месяца – 74%

наиболее теплого месяца – 30%

Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 часов:

наиболее холодного месяца – 74%

наиболее теплого месяца – 30%

Количество осадков:

за ноябрь – март – 56 мм

за апрель – октябрь – 70 мм

Толщина стенки гололеда – (данные отсутствуют)

Средняя амплитуда температуры наружного воздуха по месяцам приводится в таблице № 3. __

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
9,3	10,2	10,4	12,3	12,9	13,2	13	13,3	13,6	12,3	9,1	8,1	11,5

Среднее число дней с оттепелью за декабрь-февраль – 4 дней.

Средняя месячная относительная влажность воздуха за отопительный период – 76 %

Количество осадков б за ноябрь – март 56 мм

за апрель – октябрь 70 мм

Суточный максимум осадков за год:

средний из максимальных – 15 мм

наибольший из максимальных – 32 мм

Преобладающее направление ветра за июнь – август – СВ.

Минимальная из средних скоростей ветра по румбам в июле – 2,0 м/с.

Повторяемость штилей за год - 26%.

Ветровой район - II. Базовая скорость ветра 30 м/с.

Давление ветра 0,39 кПа. (НТП РК 01-01-3.1(4.1)-2017).

Нормативная глубина сезонного промерзания

Нормативная глубина промерзания грунтов определена на основе тепло-технического расчета (СН РК 5.01-02-2013)

Для суглинков – 0,65м;

Для супесей, песков пылеватых и мелких – 0,80м;

Для песков средней крупности и крупных – 0,90м;

Для скальных пород – 0,95 м.

Глубина нулевой изотермы в грунте:

по схематической карте максимальной глубины проникновения нулевой изотермы в грунт (Рисунок А-2) СП РК 2.04 – 01 – 2017:

максимальная глубина проникновения нулевой изотермы в грунт с обеспеченностью 0,90-100см, с обеспеченностью 0,98 - 150см.

4. ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН

4.1. Общие данные

Рабочий проект генеральный плана для строительства золотоизвлекательной фабрики для переработки 300 000 тонн золотосодержащих руд по технологии чанового выщелачивания с хвостохранилищем, разработан на основании задания на проектирование с учетом нормативных требований СН РК 3.01-03-2011, СП РК 3.01-103-2012 «Генеральный планы промышленных предприятий», СНиП РК 3.01-01-2008* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских населенных пунктов» и других нормативных документов, действующих на территории Республики Казахстан.

Рабочие чертежи выполнены с учетом требований ГОСТ 21.508-93 и ГОСТ 21.101-97.

4.2. Расположение и описание земельного участка

Территория золотоизвлекательной фабрики на месторождении Верхне-Андасайское.

Площадь участка в границах проектирования составляет 9,7378га.

Проектируемая территория является часть территории месторождения.

На территории золотоизвлекательной фабрики располагается проектируемые дробильно-сортировочный комплекс (ДКС), цех гравитации и цианирования с получением сплава доре, хвостохранилище для укладки хвостов цианирования, пробирно-аналитическая лаборатория в здании АБК для проведения анализов, водохранилище чистой воды для участка гравитации фабрики, склад прескурсов и цианидов, административные и бытовые (офис и столовая, душевые, туалеты), складские и ремонтные помещения, насосные, площадка для мусорных контейнеров с навесом, площадка для отдыха работающих.

Ситуационный план участка см. на листах 2 и 3 альбом ГП.

4.3. Вертикальная планировка территории

Вертикальная планировка территории золотоизвлекательной фабрики

решена в соответствии с технологическими требованиями, а также с учетом рельефа местности и прокладки инженерных коммуникаций.

Территория имеет естественный уклон на северо-восток.

Вертикальная планировка разработана на топографической съемке в масштабе 1:500. Система высот – Балтийская. Система координат местная. Вертикальная планировка территории решена с учетом водоотвода на рельеф местности.

Планировка отметки сооружений и проездов определена в результате проработки по организации рельефа, которые приведены на листе 5 альбома ГП.

Разбивку производить по координатам и далее линейно от здания фабрики.

Благоустройство территории золотоизвлекательной фабрики выполнено в соответствии с назначением территории, а также с учетом существующего положения местности.

Проезд выполнен из гравийно-щебеночной смеси, ширина проезда 3,0м. Площадка для отдыха и дорожка возле зданий вымощена ж/б плитами. Территория, не занятая застройкой, остается естественной грунтовой.

План благоустройства территории см. на листе 6 альбома ГП.

5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Назначение золотоизвлекательной фабрики, мощность, номенклатура выпускаемой продукции

Золотоизвлекательная фабрика (ЗИФ) является подразделением ТОО «Khan Tau Minerals» по переработке золотосодержащих руд месторождения Верхне-Андасайское, по схеме: рудоподготовка с включением стадий дробления, измельчения и классификации, и гидрометаллургическая переработка измельченной руды по технологии сорбционного цианидного выщелачивания с использованием в качестве сорбента активированного угля, и десорбции благородных металлов с насыщенного угля, и электролитическое выделение золота и серебра.

Выпускаемая товарная продукция должна соответствовать Национальному Стандарту Республики Казахстан «Золото катодное», Технические условия СТ РК 2690 – 2015, утвержден и введен в действие Приказом Председателя Комитета технического регулирования и метрологии Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан от «24» ноября 2015 года № 236-од. Золото катодное выпускается в порошке и слитках.

Исходные данные, выданные Заказчиком для разработки Технологического регламента:

- проектная мощность ЗИФ – 300 000 тонн руды в год (25 000 тонн руды в месяц или 880 тонн руды в сутки);

- конечная продукция – золото лигатурное (сплав Доре);
- 365 дней в году, из которых 341 рабочий день, режим работы ЗИФ круглосуточный, вахтовый;
- содержание золота в исходной руде, поступающей на переработку – номинально 2,5 – 3,0 г/т;
- проектное извлечение – 80%.

Хвосты фабрики после детоксикации цианидов направляются в хвостохранилище и являются отходом производства.

Годовой объем производства: около 528 - 720 кг золота.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РУДЫ

Месторождение Верхне-Андасайское расположено в Мойынкумском районе Жамбылской области. Представлено крутопадающими сближенными кварцевыми жилами, мощностью 0,5-10,0 см, залегающими в туфогенно-осадочных породах карасайской свиты свиты (D2-3кг). Оруденение парагенетически связано с дайками диоритовых (vδπD2) порфиритов и относится к золото-кварцевому геолого-промышленному типу.

Площадь: 2,88 кв.км. С ближайшим населенным пунктом Акбакай (15км) и районным центром, месторождение связано грунтовыми дорогами. От поселка Акбакай на восток проходит асфальтовая дорога до ж/д станции Кияхты (120 км) и далее (30 км) – до автомагистрали Алматы-Астана. Пропускная способность для автотранспорта удовлетворительная. Геология: Кварцево-жильная минерализация. Две кварцевые жилы, залегающие среди песчаников, конгломератов и туфов Карасайской свиты (D2-3кг). Жилы пространственно приурочены к дайке диоритовых порфиритов. Группа сложности: III. Запасы по категории C2 около 2 т, среднее содержание золота в руде 30 гр на тонну.

Рудопроявление «Верхне-Андасайское-2» (Березитове) находится в 400-500 метрах северо-западнее от северо-западного конца месторождения «Верхне-Андасайское». Входит в геологический отвод данного месторождения. Приурочена в гранодиоритах Кызылжартасского массива, которая тектонически контактирует с юго-запада с вулканитами коктаасской свиты, а с юго-востока туфоконгломератами карасайской свиты.

Рудное тело представлено минерализованной зоной, березитизированными гранодиоритами с разноориентированными кварцевыми прожилками мощностью от 1см до 0,1м. Ориентировка выходов на дневную поверхность – почти широтная в Средняя мощность зоны березитизации северного крыла по линиям бороздового опробования по данным геологоразведочных работ составляет 16м, длина 180п.м. Падения 25-30 градусов на юг, склонение ориентировочно 20 градусов на восток. Зона оруденения представлено как зона вторичного обогащения. То есть на глубине 30м и ниже в зонах березитизации содержания золота в разы ниже, чем близ поверхности. Таким образом руда с промышленным содержанием распространено до глубины 30м.

Вмещающие породы представлены крупно, среднезернистыми, массивными, гранодиоритами серого цвета. Породы устойчивые, трещиноватые, по

трещинам наблюдается глинистый материал. Но в местах скопления таких трещин устойчивость пород резко снижается.

Водоприток отсутствует, но возможно образования трещинных вод в малых количествах в осеннее и весеннее время.

Рудопроявление Восточный Ушкудук находится в 25км северо-западнее от месторождения «Верхне-Андасайское». Рудное тело представлено

крутопадающей жильной зоной в северном контакте субширотного тела фельзит-порфиров девона и рассланцованных алевролитов ордовика (байгаринская свита) с параметрами 200П1,5м, прослеженной до глубины 100-130м. В зоне можно выделить 3 кварцевых жил длиной 40-80м, мощностью 1-2,4м.

Висячем бок рудной зоны вмещающие породы представлены рассланцованными алевролитами, а лежащем боку фельзит-порфиры гранитов. Породы устойчивые, трещиноватые, по трещинам наблюдается глинистый материал. Но в местах скопления таких трещин устойчивость пород резко снижается.

Водоприток отсутствует, но возможно образования трещинных вод в малых количествах в осеннее и весеннее время.

При отработке месторождения необходимо проводить опережающее геолого-технологическое картирование, что позволит правильно составлять шихту руды, подаваемой в переработку, и своевременно вносить коррективы в параметры процесса переработки: крупность помола, расход цианистого натрия.

ХАРАКТЕРИСТИКА И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОИЗВОДИМОЙ ПРОДУКЦИИ

Выпускаемая товарная продукция должна соответствовать Национальному Стандарту Республики Казахстан «Золото катодное», Технические условия СТ РК 2690 – 2015, утвержденному и введенному в действие Приказом Председателя Комитета технического регулирования и метрологии Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан от «24» ноября 2015 года № 236-од. Золото катодное выпускается в порошке и слитках.

Технические требования на золото катодное (Сплав Доре) представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Технические требования на золото катодное (Сплав Доре) согласно СТ РК 2690 – 2015.

Наименование	Марка	Массовая доля, %			
		Суммы золота и серебра, не менее %	примесей, не более %		Влаги, не более %
			всего	в том числе сумма Fe, Cu и Zn, %	
Золото катодное – слитки (сплав Доре)	ЗКсл	70	30	10	-
Примечание – По согласованию с потребителем допускается поставка катодного золота с пониженным содержанием суммы золота и серебра, но не менее 40%.					

ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ И МАТЕРИАЛОВ

Данные, характеризующие основные химические реагенты и материалы приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1. – Характеристика основных химических реагентов и материалов.

Наименование сырья, хим. реагентов	Обозначение НД (ГОСТ, СТ РК, др.)	Показатели, контролируемые при входном контроле	Показатели пожаро-взрывоопасности, токсичности	Примечания
1	2	3	4	5
1 Основные химические реагенты				
Цианид натрия	ГОСТ 4559-82	Содержание основного вещества (NaCN) – не менее 98,0 %;	Пожаро-, взрывобезопасен. Цианид натрия – высокоопасное вещество (класс опасности – 1). ПДК паров в воздухе рабочей зоны – 0,3 мг/м ³ . Является сильным ядом при попадании внутрь организма, при попадании на кожу.	Предназначена для приготовления раствора для выпалачивания
Сода каустическая	ГОСТ 2263-79	Массовая доля гидроксида натрия не менее 98,5%	Едкий натр представляет собой едкое вещество. При попадании на кожу вызывает химические ожоги, а при длительном воздействии может вызывать язвы и экземы. Сильно действует на слизистые оболочки. Опасно попадание едкого натра в глаза. предельно допустимая концентрация аэрозоля едкого натра в воздухе рабочей зоны производственных помещений (ПДК) - 0,5 мг/м ³ .	Предназначена для поддержания среды pH при выпалачивании золота
Кислота соляная	ГОСТ 3118-77	Массовая доля соляной кислоты 35-38%	Соляная кислота относится к веществам III-го класса опасности (ГОСТ 12.1.007—76). Предельно допустимая концентрация хлористого водорода в воздухе рабочей зоны — 5 мг/м ³ . Кислота	Предназначена для промывки катодного осадка от примесей тяжелых металлов

Наименование сырья, хим. реагентов	Обозначение НД (ГОСТ, СТ РК, др.)	Показатели, контролируемые при входном контроле	Показатели пожаро-взрывоопасности, токсичности	Примечания
1	2	3	4	5
			оказывает прижигающее действие на слизистые оболочки и кожу, сильно раздражает дыхательные пути. 2а.2. При работе с препаратом следует применять индивидуальные средства защиты, а также соблюдать правила личной гигиены и не допускать попадания препарата на слизистые оболочки, кожные покровы, а также внутрь организма	
Кислота азотная особой чистоты	ГОСТ 11125-84	Массовая доля соляной кислоты 35-38%	Азотная кислота — негорючая, пожароопасная жидкость. Сильный окислитель при контакте с многими горючими материалами вызывает их самовозгорание.	Предназначена для промывки катодного осадка от примесей тяжелых металлов
Известь (комовая)	ГОСТ 9179-2018	Содержание СаО – не менее 90,0%	Пожаро- и взрывобезопасна. Не токсична	Предназначена для приготовления технологических растворов
Вода техническая	Не нормируется	Не контролируется	Пожаро-, взрывобезопасна, не токсична, не радиоактивна	Предназначена для приготовления технологических растворов
Гипохлорит кальция	ГОСТ 25281-82	Содержание активного хлора не менее 60,0%	Пожаро-, взрывобезопасен. При нагревании при контакте с кислотами выделяется газообразный хлор, который может вызвать возгорание или взрыв Должно храниться в сухих и защищенных от влаги местах. Является сильным окислителем. Относится к классу умеренно опасных веществ (класс опасности 3). При вдыхании пыли, попадании на кожу или в глаза может вызвать раздражения и ожоги.	Предназначен для обеззараживания хвостов после сорбционного цианирования

Наименование сырья, хим. реагентов	Обозначение НД (ГОСТ, СТ РК, др.)	Показатели, контролируемые при входном контроле	Показатели пожаро-взрывоопасности, токсичности	Примечания
1	2	3	4	5
			ПДК активного хлора в воздухе рабочей зоны – 1 мг/м ³	
Бура гидратная (натрий тетраборнокислый десятиводный)	ГОСТ 8429-77	Массовая доля буры (Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O) не менее 99,3%	Бура пожаро- и взрывобезопасна. Токсичность продукта, получаемого при нейтрализации борной кислоты карбонатом натрия, обусловлена основным исходным компонентом — борной кислотой. По степени воздействия на организм борная кислота является веществом умеренно опасным. 3-й класс опасности по ГОСТ 12.1.005.	Флюс для плавки сухих катодных осадков
Оксид кальция	ГОСТ 8677-76	Массовая доля оксида кальция (CaO) не менее 96%	Препарат в виде пыли и капель взвеси раздражает слизистые оболочки органов дыхания, попадая на кожу, вызывает тяжелые ожоги, особенно сильно действует на слизистую оболочку глаз. Предельно допустимая концентрация в воздухе рабочей зоны производственных помещений - 3 мг/м ³	Флюс для плавки сухих катодных осадков
Кварцевый песок	ГОСТ 25551-77	Массовая доля оксида кремния (SiO ₂) не менее 99,8%	Пожаро-, взрывобезопасен. Не токсичен.	Флюс для плавки сухих катодных осадков
Тигли карбид-кремниевые глазурованные ТКГ-50Т1	ТУ 2-036-920-82		Пожаро-, взрывобезопасен. Не токсичен.	для плавки сухих катодных осадков
2 Материалы				
Активированный уголь	НД завода изготовителя	Содержание рабочей фракции – не менее 95,0%. Механическая прочность – не менее 90,0%. Размер частиц – 1-3 мм.	Пожаро-, взрывобезопасен. Не токсичен.	Предназначен для сорбции золота из пульпы

Наименование сырья, хим. реагентов	Обозначение НД (ГОСТ, СТ РК, др.)	Показатели, контролируемые при входном контроле	Показатели пожаро-взрывоопасности, токсичности	Примечания
1	2	3	4	5
		Удельная поверхность от 1000 до 1500 м ² /г. Зольность 3-5%.		
Шары стальные мелкошарики для шаровых мельниц	ГОСТ 7524-89		Пожаро-, взрывобезопасен. Не токсичен.	Предназначены для измельчения руды в мельницах
Флокулянт ПАА-ГС	ТУ 95.1775-88	Массовая доля влаги не >14% Массовая доля (NH ₄) ₂ SO ₄ не > 30 % Массовая доля полимера, не < 56 %	Пожаро-, взрывобезопасен. Не токсичен.	Предназначен для ускорения осаждения твердых частиц измельченной руды в сгустителе
Ленты конвейерные резиноканавые	ГОСТ 20-2018	Ленты изготавливают шириной 100, 200, 300, 400, 500, 600, 650, 700, 750, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2250, 2500, 2750, 3000 мм с количеством тяговых прокладок от 2 до 8,	Пожаро-, взрывобезопасен. Не токсичен	Предназначены для транспортировки сыпучих материалов. Срок службы лент при трехсменной работе без учета вторичного использования 24 мес.
Купорос технический	ГОСТ 6981,94	Массовая доля сульфата железа не менее 53%.	Негорюч, пожаро- и взрывобезопасен.	Предназначен для обеззараживания хвостов после сорбционного цианирования

ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ РУДЫ

Исходные данные для расчета технологической схемы

В соответствии с Техническим заданием на разработку Проекта:

- производительность - 300 000 тонн руды в год;
- крупность исходной руды, мм – 350;
- техническое водоснабжение – скважины и обратное водоснабжение;
- режим работы предприятия – круглогодичный, вахтовый, 2 смены по 12 часов в смену, 365 дней в году, в том числе:
 - ✓ дробление – суток в год 365, коэффициент использования 93% (340 суток), часов в сутки 12, расчетный часовой показатель 73,53 т/час;
 - ✓ измельчение - суток в год 341 суток, расчетный часовой показатель 36,65 т/час; выбранная производительность измельчения 37 тонн в час.

Для ЗИФ, производительностью 300 тыс. тонн руды в год, рекомендована технологическая схема, включающая:

- дробление руды, измельчение, классификацию;
- цианирование;

- сорбционное цианидное выщелачивание золота с получением насыщенного сорбента;

- десорбция,
- электролиз золота,
- переплавка и рафинирование.

Технологическая схема переработки руды

Дробление руды

1) Назначение и состав отделения дробления

Руда из карьера поступает в автосамосвалах и выгружается в приемный бункер через колосниковый грохот с решеткой 350 мм. Крупные куски руды, которые не прошли через колосниковую решетку, удаляются фронтальным погрузчиком и уходят на отдельное дробление на площадке для дробления крупных кусков руды с помощью гидравлического устройства - бутобоя. Из бункера руда с помощью пластинчатого питателя подается в щековую дробилку, которая работает в открытом цикле. Крупность материала щековой дробилки - 120 мм.

Все виды сырья, поступающие в переработку, взвешиваются на автомобильных весах.

Назначение операции крупного дробления – сокращение крупности кусков исходной руды перед подачей её на измельчение в мельницы. Переработка руды на ЗИФ начинается с приема исходной руды и её крупного дробления перед измельчением.

Дробление руды осуществляется на дробильно-сортировочном комплексе (далее по тексту – ДСК).

ДСК состоит из следующего оборудования:

- приёмный бункер руды 25 м³;
- вибрационный питатель №1 BWDS-43-7.5/6P;
- щековая дробилка СМД-110;
- ленточный электромагнитный сепаратор ДШСл-080-140/А-У1;
- конвейер №1;
- вибрационный грохот ГИГ-41;
- конвейер №2;
- конусная дробилка среднего дробления КСД-1200ГР;
- конвейер №3;
- конвейер №4;
- грохот инерционный ГИС-51;
- конвейер №5;
- конусная дробилка мелкого дробления КМД-1750Т;
- конвейер №6;
- конвейер №7;
- конвейер №7;
- накопительный бункер 36м³ – 2 шт.

2) Приём руды

Доставка исходной руды из карьера осуществляется автосамосвалами, из которых руда после взвешивания на автомобильных весах, разгружается на рудную площадку, складывается по партиям и далее автопогрузчиком подаётся в приёмный бункер, объёмом 36 куб. метров.

3) Подача руды на дробление

Руда с приёмного бункера при помощи вибрационного питателя поступает в щековую дробилку СМД-110, где происходит первичное дробление.

На дробление поступает 73,53 т/час руды. При насыпной массе руды 1,53 т/м³ – на дробление поступает 48,06 м³/час.

Техническая характеристика щековой дробилки СМД-110 приведена в Разделе 17 «ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ».

После первичного дробления руда фракцией 0 – 100 мм при помощи ленточного конвейера №1 подаётся на инерционный грохот ГИТ-32, где производится классификация материала по крупности. Готовый класс руды 10-15 мм выгружается конвейером на склад, более крупный материал с сита посредством конвейера поступает на вторичное дробление в конусную дробилку среднего дробления КСД-1200ГР. Техническая характеристика щековой дробилки КСД-1200ГР приведена в Разделе 17.

После вторичного дробления руда фракцией 0 – 60 мм при помощи ленточного конвейера подаётся на инерционный грохот ГИС-51, где производится классификация материала по крупности. Готовый класс руды 10-15 мм выгружается конвейером на склад, более крупный материал с сита посредством конвейера поступает на вторичное дробление в конусную дробилку мелкого дробления КМД-1750Т. Техническая характеристика щековой дробилки КМД-1750Т приведена в Разделе 17.

Проектом назначены дробилки по производительности, превышающей почти в два раза от проектной суточной потребности в рудном материале: по проекту: 48,06 м³/час, производительность дробилок, принятых к применению:

- первичное дробление – 59-160 м³/час;
- вторичное дробление – 83-125 м³/час;
- мелкое дробление – 85-110 м³/час.

Дробленный материал конвейером подаётся на инерционный грохот ГИС-51 и далее на измельчение.

Все технологические процессы на ДСК механизированы, кроме замены сеток, уборки просыпей с конвейерных лент и ремонтных работ.

Для обеспечения централизованного механизированного управления производством на пульте управления ДСК смонтирована электросхема поточно-транспортной системы технологической линии, с помощью которой оператор управляет всем технологическим процессом выработки продукции.

При переработке влажных глинистых руд может происходить их налипание на стенках бункера и в точке дробилки. Для зачистки налипшей руды используют «шуровки» со скребками.

Металлические не дробимые предметы (зуб экскаватора и др.) в исходной руде улавливаются ленточным электромагнитным сепаратором типа ДПСл-080-140/А-У1. При попадании на магнит металлических предметов, мешающих процессу дробления, дробильщик должен прекратить подачу руды в дробилку и принять меры для удаления металла.

Дробленая руда фракции 10-15 мм поступает на открытые штабельные склады. Руда после дробления поступает на рудный двор, где усредняется и подаётся на рудный склад, расположенный непосредственно рядом с загрузочным приёмным бункером ЗИФ. Погрузка дробленой руды производится механизированным способом.

Параметры и режимы работы отделения дробления даны в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Параметры и режимы дробления

№ п/п	Наименование показателей	Показатели
1	Производительность дробильного отделения, тонн/час	73,53
2	Количество часов работы в сутки	12
3	Стадийность дробления, количество стадий	3
4	Тип дробилки: 1 стадия 2 стадия 3 стадия	щековая дробилка конусная дробилка конусная дробилка
5	Наибольший размер кусков исходного материала, мм	350
6	Размер дробленого материала, мм 1 стадия 2 стадия 3 стадия	100 60 15

4) Подача дробленой руды и гашеной извести на измельчение

Процесс подачи дробленой руды на передел измельчения начинается с приёмного бункера. Руда подается в приёмный бункер с помощью фронтального погрузчика или ПДМ.

Подача дробленой руды с приёмного бункера на передел измельчения осуществляется ленточным конвейером.

Для приема гашеной извести имеется бункер. Загрузка извести производится самосвалом либо фронтальным погрузчиком. Подача извести из бункера на ленточный конвейер дробленой руды осуществляется при помощи ленточного конвейера.

Далее дробленая руда с добавлением расчетного количества гашённой извести посредством ленточного конвейера подаётся на передел измельчения.

5) Приготовление извести

В схеме должен быть предусмотрен узел подачи извести для создания требуемого уровня рН при выпелачивании.

Узел должен включать:

- электроподъемник для разгрузки мешков с известью с автомашины (при поступлении извести в мешках);
- устройство для вскрытия мешков с известью;

- бункер для извести;
- винтовой питатель, с помощью которого регулируется количество подаваемой извести на основной конвейер, подающий дробленую руду вместе с известью на первую стадию измельчения.

Узел приготовления извести должен быть оборудован пылевывтяжной системой и дренажным зумпфом с насосом для сбора смывов.

5.2.2 Измельчение руды

1) Назначение и состав отделения измельчения.

Отделение измельчения дробленой руды предназначено для её подготовки к гидрометаллургической технологии извлечения золота. Для технологии требуется измельчение руды до крупности 80–85% класса $-0,074\text{мм}$.

Измельчение руды на ЗИФ осуществляется одним измельчительным блоком мельниц, включающий две шаровые мельницы МШР 2,7х3,6 с центральной разгрузкой и одну мельницу доизмельчения МШР 2,1х4.

Передел измельчения руды состоит из следующего оборудования:

- мельница шаровая МШР 2,7х3,6;
- классификатор односпиральный КСН-20;
- мельница шаровая МШР 2,7х3,6;
- классификатор односпиральный КСН-15;
- мельница шаровая МШР 2,1х4;
- зумпф песковый объёмом 9 м^3 ;
- насос песковый ПБ 160/20;
- насос песковый ПБ 160/20;
- гидроциклон ГЦП-350;
- гидроциклон ГЦП-350.

2) Описание работы измельчительных блоков.

С накопительного бункера дробленая руда через пластинчатый питатель поступает на наклонный конвейер и поступает на шаровые мельницы МШР 2,7 х 3,6 (2 ед.), на первую стадию измельчения.

Техническая характеристика шаровые мельницы МШР 2,7 х 3,6 приведена в Разделе 16.

Загрузка мельницы осуществляется на регулируемой скорости с помощью питателей, оснащенных приводами с переменной скоростью. В случае остановки, мельница блокируется, чтобы отключить питатели и загрузочный конвейер.

Тоннаж руды, загружаемой в мельницу, измеряется с помощью автоматических конвейерных весов.

Слив мельниц поступает на односпиральный классификатор КСН-15, который работает в замкнутом цикле, а слив классификаторов направляется на гидроциклон ГЦП-350.

Слив классификатора самотеком попадает на сетку для улавливания крупной щепы, которую периодически необходимо удалять вручную. Слив классификатора поступает в зумпф, откуда песковым насосом подаётся на гидроциклоны.

В гидроциклоне происходит разделение пульпы на песковую и сливную часть, пески направляются на доизмельчение на мельницу МШР 2,1х4, на вторую стадию измельчения.

Техническая характеристика шаровые мельницы МШР 2,1х4 приведена в Разделе 16.

Разгрузка шаровой мельницы (измельченный продукт) поступает в зумпф насосов. Таким образом, пески гидроциклонов циркулируют по схеме: МШР→зумпф→насос→гидроциклон→МШР, пока не доизмельчатся до требуемой крупности. После доизмельчения пульпа обратно поступает в гидроциклон, а слив направляется в сгустители объемом по 240 м³.

Для получения слива гидроциклонов с требуемым содержанием класса -0,074 мм в питании гидроциклонов должно содержаться не менее 50% указанного класса, что может быть обеспечено возвратом части слива обратно в зумпф насосов по байпасу.

Байпас – перепускная возвратная линия из желоба слива гидроциклонов в зумпф песковых насосов. Возврат слива обратно в зумпф по байпасу регулируется вручную и применяется также для поддержания в зумпфе среднего уровня пульпы. Слив гидроциклонов является конечным продуктом измельчения и поступает в сливной короб, из которого направляется в сгустители. Крупность измельченного продукта замеряют 1 раз в час путем отбора пробы пульпы, проводя экспресс-анализ на сите 0,1 мм.

Процесс измельчения руды до заданной крупности представляет собой определенную последовательность операций, осуществляемых при строго определенных параметрах. Измельчение руды на ЗИФ осуществляется мокрым способом.

Назначение мельниц МШР – грубое измельчение дробленой руды до крупности -1,0-0,3 мм с максимальным образованием готового класса -0,074 мм.

Для интенсификации процесса измельчения в мельницу добавляют стальные шары диаметром 60÷120 мм. По «Справочнику по проектированию рудных обогатительных фабрик. Под редакцией Тихонов О.Н., Сазонов Г.Т.» максимальная степень заполнения мельниц измельчающей средой (ГОСТ 10181-91) для МШР составляет 45%. При большей степени заполнения барабана материалом эффективность измельчения снижается.

Необходимое количество шаров определяют опытным путем в зависимости от крупности и других свойств руды. Шары в мельницу МШР загружают вручную через люк в сплошном ограждении приводного барабана ленточного конвейера.

Мельница МШР работает в замкнутом цикле с классификатором, пески которого по течке водой смываются в загрузочную тележку МШР и, смешиваясь с рудой, поступают в мельницу. Возврат песков классификатора в мельницу необходим для более эффективной работы с образованием готового класса. Подача воды в мельницу осуществляется в песковую течку классификатора для смыва песков, а также в течку загрузочной тележки для смыва руды.

По справочнику по проектированию рудных обогатительных фабрик содержание твёрдого (по массе) в питании при измельчении в шаровых мельницах составляет 65-80%. Уменьшение плотности пульпы в мельнице ниже 60% тв. приводит к более быстрому прохождению материала через мельницу и менее эффективному его измельчению с недостаточным образованием готового класса. По проекту принимаем содержание твёрдого (по массе) в питании - 65%.

2) Работа классификатора

Пульпа из мельницы поступает в спиральный классификатор, в котором происходит разделение материала по крупности. При этом крупные частицы осаждаются на дно корыта классификатора и спиралью транспортируются обратно в мельницу, а тонкие частицы руды в виде слива классификатора самотеком перетекают через сливной порог и являются продуктом измельчения первой стадии измельчения.

При работе классификатора основное значение имеет плотность слива. По «Справочнику по проектированию рудных обогатительных фабрик. Под редакцией Тихонов О.Н., Сазонов Г.Т.» содержание твёрдого в сливе классификатора при измельчении до крупности менее 0,1 мм составляет 15-30%.

На практике при низкой плотности (менее 30% тв.) происходит интенсивное осаждение песков и получение тонкого слива. В этом случае возрастает количество песков, возвращаемых в мельницу, что в конечном итоге может привести к её перегрузке. При слишком высокой плотности слива классификатора (более 45–50% тв.) в слив начинает выносить крупный материал более 5мм, что приводит к перегрузке шаровой мельницы. При этом увеличивается количество песков в конечном измельченном продукте – в сливе гидроциклонов, что является грубейшим нарушением технологии.

Проектом устанавливается оптимальная плотность слива классификатора в пределах 30% тв., которая регулируется подачей воды на разбавление в точку в КСН.

3) Работа гидроциклонов и шаровой мельницы

Слив спирального классификатора поступает в зумпф, откуда насосом закачивается в гидроциклон ГЦП-350. Зумпф имеет сигнализацию уровня: при нижнем уровне пульпы в зумпфе загорается белая лампочка; верхний уровень пульпы в зумпфе – красная лампочка.

Измельченный продукт после классификации в гидроциклонах (слив гидроциклонов) должен иметь крупность класса $-0,074$ мм. По Справочнику по проектированию рудных обогатительных фабрик содержание твёрдого в песках гидроциклонов 70%. Слив гидроциклонов по сливным патрубкам поступает в короб, соединенный с трубой, по которой измельченный продукт самотеком поступает в сгустители.

Пески гидроциклона направляются в шаровую мельницу на вторую стадию измельчения.

Шаровая мельница доизмельчения МШР 2,1х4 с разгрузкой через решётку имеет полый барабан, внутри защищенный резиновой футеровкой,

работает с шарами диаметром 60мм. Разгрузка шаровой мельницы самотеком поступает в зумпф насосов.

Параметры и режимы измельчения, классификации в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Параметры и режимы измельчения, классификации

№ п/п	Наименование показателей	Показатели
1	Производительность по руде, т/час	37
2	1 стадия измельчения:	
2.1	Тип мельницы	МШР 2,7х3,6
2.2	Габариты мельницы:	
	• диаметр, м	2,7
	• длина, м	3,6
	• объем, м ³	18
2.3	Установленная мощность двигателя, кВт	400
2.4	Требуемое количество мельниц, шт.	2
2.5	Производительность, т/час	60-12,8
3	2 стадия измельчения:	
3.1	Тип мельницы	МШР 2,1х4
3.2	Габариты мельницы:	
	диаметр, м	2,1
	длина, м	4
	объем, м ³	13,8*
3.3	Установленная мощность двигателя, кВт	280*
3.4	Количество мельниц, шт.	1
4	Гидроциклоны, тип	ГЦ-350 (360)
4.1	Паспортная производительность по питанию, м ³ /час	50-150
4.2	Требуемая производительность по питанию, м ³ /час	320
4.3	Количество гидроциклонов, шт	2
5	Содержание готового класса -0,071 мм в сливе гидроциклона, %	80

*ПРИМЕЧАНИЕ: значения для справок.

Сгущение пульпы

При обогащении руд часто используют оборотную воду (слив сгустителей) в качестве технической оборотной воды. Наиболее часто сгущают следующие продукты: измельченные продукты в виде водной пульпы для достижения требуемой плотности для цианидного выщелачивания; хвосты обогащения для полусухого складирования.

В процессе переработки руды сгущение измельченной пульпы может потребоваться перед цианидным выщелачиванием для достижения требуемой плотности и перед складированием хвостов цианидного выщелачивания в хвостохранилище для сокращения объема хвостохранилища. Требуемая степень измельчения руды для процесса её переработки составляет 80% класса -0,071 мм.

При измельчении руды плотность готового продукта (слива гидроциклонов) составляет менее 20% твердого, а выщелачивание золота должно осуществляться при плотности пульпы 40–45% твердого. Сокращение объемов пульпы, подаваемой на выщелачивание и сорбцию, позволяет сократить расходы реагентов, снизить потери золота, расход электроэнергии, сжатого воздуха, уменьшить объем требуемого оборудования.

Добавка флокулянта положительно влияет на основные показатели сгущения. По сравнению со сгущением без флокулянтов добавка флокулянтов увеличивает скорость осаждения хвостов, уменьшается удельная площадь сгущения хвостов.

Для определения необходимой площади сгущения измельченной руды принимаем удельную нагрузку сгустителя по твердой фазе 0,82 т/м².сутки.

Необходимую площадь сгущения определяем по формуле:

$$S_{\text{сг}} = \frac{P}{g} = \frac{880}{0,82} = 1073 \text{ м}^2,$$

где: P – масса твердого в поступающей руде – 37 т/ч;

g – нагрузка сгустителя по твердой фазе – 0,82 т/м²*сутки.

Проектом предусмотрено к установке двух радиальных сгустителя с центральным приводом марки NZS-10.

Передел сгущения пульпы состоит из следующего оборудования:

- сгуститель в количестве 2 штук, диаметром 10 м каждый;
- насос песковый ПБ 160/20, в количестве 4 единиц.

Процесс выщелачивания (цианирования) руды

Сгущенный продукт сгустителей с содержанием твердого 40% и крупностью 80% класса -0,074 мм насосами подается на сороудерживающий вибрационный грохот с размером ячеек 0,63x8,8 мм для удаления мусора (щепы и др.). Проектом предусмотрено использование грохота дугового ГД-1-2.

Сгущенная пульпа плотностью 40% твердого направляются в процесс выщелачивания золота цианидным раствором и сорбцию растворенного золота активированным углем. Цикл сорбционного выщелачивания золота является следующей стадией обработки руды на фабрике. На этой стадии золото и серебро растворяются раствором цианида (выщелачивание), а затем соединения золота и серебра с цианидом (и некоторые примеси остальных металлов) поглощаются активированным углем (сорбция).

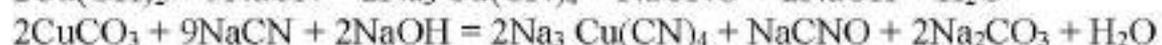
Основные принципы цианирования и сорбции

Процесс извлечения золота из руды с помощью цианида в щелочной среде называется цианированием.

Реакция, известная как уравнение Эльснера, выглядит следующим образом: $4 \text{ Au} + 8 \text{ CN}^- + \text{O}_2 + 2 \text{ H}_2\text{O} = 4 \text{ Au}(\text{CN})_2^- + 4 \text{ OH}^-$

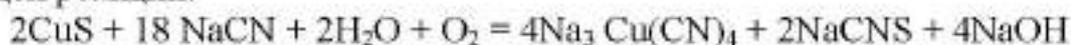
Источник ионов цианида - цианид натрия (NaCN). Одновременно с золотом растворяются серебро, а также другие металлы - медь, железо и цинк. Эти металлы называются примесями металлов в процессе переработки от угольной сорбции до аффинажа.

Медь в руде чаще всего присутствует в виде химических соединений с серой и кислородом. Из кислородсодержащих минералов хорошо растворяется медь из азурита $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$, малахита $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ и куприта Cu_2O . Растворение меди на примере малахита происходит по следующим реакциям:



Скорость взаимодействия соединений меди с цианидом натрия в большинстве случаев превышает скорость растворения золота.

Из сульфидных минералов меди хорошо взаимодействует с цианидным раствором халькозин CuS . Растворение меди из халькозина происходит по следующей реакции:



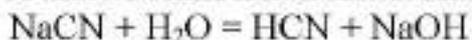
Окисленные минералы цинка также легко растворяются в цианидном растворе:



Сфалерит (сульфид цинка), не подвергшийся окислению, слабо взаимодействует с цианидным раствором с образованием также комплекса цинка и роданистой соли.

Термин «цианид» относится к однозарядному аниону, состоящему из одного атома углерода и одного атома водорода, соединенных тройной связью, CN^- . Самая токсичная форма цианида – свободный цианид, который включает собственно анион цианида и ион водорода, HCN , в газообразном или в жидком состоянии. И жидкие, и газообразные формы HCN бесцветны и имеют запах горького миндаля, хотя не все могут чувствовать этот запах.

Цианидные растворы, применяемые для выщелачивания золота, должны содержать свободную защитную щелочь, иначе возможен гидролиз цианида с образованием синильной кислоты:



Вследствие протекающего гидролиза цианидные растворы имеют щелочной характер даже в том случае, если свободную щелочь в раствор не вводят, но при этом повышается расход цианида на выщелачивание и увеличивается токсичность процесса за счет выделяющейся синильной кислоты - HCN . Синильная кислота летуча (температура кипения $25,7^\circ\text{C}$) и легко удаляется из раствора. Доля цианида, который присутствует в растворе в виде HCN , зависит от pH раствора. При значении $\text{pH}=10,5$ в растворе присутствует около 6,1% цианида в виде HCN . Доля синильной кислоты увеличивается до 17% при $\text{pH}=10,0$; до 39% при $\text{pH}=9,5$ и до 67% при $\text{pH}=9,0$. При показателе pH равном 7, более 99% цианида будет присутствовать в форме HCN . Поэтому в мировой практике в выщелачивающий раствор вводят защитную щелочь - NaOH или $\text{Ca}(\text{OH})_2$ тщательно контролируя при этом pH раствора и поддерживая его в пределах 10-11.

В реакции растворения золота кислород необходим для ее протекания. Динамика реакции выщелачивания зависит от объема ионов цианида и кислорода, растворенного в пульпе. Именно по этой причине кислород добавляют в чаны выщелачивания в виде сжатого воздуха. При некоторых операциях добавляется обогащенный кислород (с установки для получения кислорода) или перекись водорода, если руда содержит минералы, которые расходуют кислород, такие как железный колчедан.

Технологический процесс цианидного выщелачивания золота проводится в пачуках цианирования. Пачук цианирования – аппарат

цилиндрической формы, оборудован устройством для механического перемешивания и перемешивания воздухом.

При этом частицы золота начинают контактировать с цианидом в момент вскрытия, в условиях интенсивного механического перемешивания и аэрации.

Регламентная концентрация цианида натрия в голове сорбции поддерживается доукреплением в пачуках цианирования.

Сгущенная пульпа из сгустителей перекачивается шламовыми насосами по отдельным линиям в пульподелитель отделения цианирования и сорбции. Пульпопроводы имеют запорную арматуру и возвратную линию, позволяющую перенаправить поток пульпы обратно в сгустители.

Перед подачей в цепочку пачуков выщелачивания пульпа подвергается очистке от щепы, которая производится путем грохочения на сетке. Излишнее разбавление пульпы водой на стадии грохочения (щепоудаления) отрицательно влияет на процесс выщелачивания, увеличивая расход реагентов и снижая технологические показатели.

Предварительное цианирование

Для повышения содержания золота в насыщенном угле применяют предварительное цианирование перед сорбционным выщелачиванием.

Подрешетный продукт поступает в чан предварительного цианирования.

Пульпа после удаления щепы из корыта грохота самотеком поступает в три пачука предварительного цианирования, объемом каждый по 260 м³.

Цианидное выщелачивание золота – это химический процесс, при котором золото растворяется в водном растворе цианида, что позволяет его дальнейшее извлечение из руды. В этой схеме описан процесс, который начинается с цианирования в трёх головных пачуках объемом по 260 м³ и продолжается сорбционным цианированием золота в каскаде из восьми пачуков объемом 140 м³ каждый.

Процесс цианидного выщелачивания начинается в головном пачуке.

Основные параметры головного пачука:

- суммарный объем – $260 \cdot 3 = 780$ м³;
- содержание твердого в пульпе по объему – 40%;
- скорость подачи пульпы по объему, при удельной массе руды

равной $2,66$ т/м³ – $48,28$ м³/ч.

При указанной подаче суммарный объем пачука заполняется за $780/48,28 = 16,16$ часа.

Основные параметры пачуков выщелачивания:

- суммарный объем – $140 \cdot 8 = 1120$ м³;
- содержание твердого в пульпе по объему – 40%;
- скорость подачи пульпы по объему, при удельной массе руды

равной $2,66$ т/м³ – $48,28$ м³/ч.

При указанной подаче суммарный объем чана заполняется за $1120/48,28 = 23,20$ часа.

По проекту расчётная суммарная продолжительность цианирования составляет: $16,16 + 23,20 = 39,36$ часа.

Цианирование

В пульпу добавляется раствор цианида натрия (NaCN). Это основной реагент, который обеспечивает растворение золота.

Для ускорения процесса выщелачивания раствор цианида насыщается кислородом, который поступает с воздухом или через аэрацию, обеспечивая его концентрацию в растворе около 8 мг/л.

Температура поддерживается на уровне 20–25°C. Это оптимальный диапазон для эффективного растворения золота и предотвращения нежелательных реакций.

pH раствора поддерживается в пределах 10–11 при помощи добавления извести. Это предотвращает образование опасного газа — синильной кислоты (HCN).

Золото (Au) растворяется, образуя комплексное соединение $[Au(CN)_2]^-$, которое находится в растворе.

В процессе цианирования образующиеся цианидные соединения золота, серебра и других основных металлов сорбируются активированным углем. В качестве сорбента используется гранулированный активированный кокосовый уголь. Он готовится из скорлупы кокосового ореха и подвергается процессу, называемому активацией для того, чтобы увеличить сорбционную способность. Активированный уголь смешивается с пульпой в цикле и продвигается в противоток пульпе.

Подача раствора цианида в пачук

Раствор цианида натрия с концентрацией 5 % из напорного бака подают в головной пачук цианирования. Раствор цианида натрия поступает самотёком, его расход контролируется расходомером. В зависимости от концентрации цианида натрия и золота в жидкой фазе пульпы по распоряжению мастера смены расход раствора цианида натрия может быть изменен с помощью ручного вентиля. Определение концентрации цианида натрия и золота в жидкой фазе в пачуках цианирования осуществляют каждые два часа. Для эффективной работы цианида в пачуках выщелачивания и сорбции поддерживается pH на уровне 10,0 – 11,0 (не ниже значения 9,5).

На крышке каждого пачука имеются два смотровых лючка для пробоотбора и визуального наблюдения.

5.3. Параметры процесса предварительного цианирования приведены в табл.

Таблица - Параметры процесса предварительного цианирования

№ п/п	Наименование параметра	Ед. изм.	Значение
1	Подача (расход) пульпы из сгустителей (суммарно)	м ³ /ч	48,28
2	Содержание твердого в пульпе	% тв	38-45
3	Концентрация NaCN в жидкой фазе	мг/л	400–450
4	pH жидкой фазы	ед.pH	10,0-11,5
5	Давление воздуха для перемешивания	кгс/см ²	не менее 1,4

Передел цианидного выщелачивания и сорбционного цианирования по проекту состоит из следующего оборудования:

- головной пачук цианирования в количестве 3 шт., объёмом 260 м³;
- песковый насос в количестве 2*3=6 ед.;
- пачуки сорбционного цианирования в количестве 8 ед., объёмом 140 м³ каждый;
- грохот в количестве 8 ед.;
- хвостовой зумпф;
- песковый насос в количестве 2 ед.

Сорбционное цианирование

Сорбция физико-химический процесс поглощения твёрдыми или жидкими сорбентами ценных компонентов (простых или комплексных ионов различных элементов) из растворов или пульп при выщелачивании руд и концентратов.

Сорбционное цианирование – совмещенный процесс одновременного выщелачивания и сорбции золота.

После предварительного цианирования (выщелачивания) в головном пачуке, пульпа посредством песковых насосов направляется на сорбционное цианирование для извлечения золота на активированном угле. Этот процесс проходит в каскаде из восьми сорбционных пачуков объёмом 140 м³ каждый. Из чана предварительного цианирования пульпа продвигается в первый чан сорбционного выщелачивания, где она контактирует с цианидом натрия и активированным углем.

Чаны выщелачивания рекомендуется устанавливать каскадом, пульпа при этом продвигается из чана в чан самотеком. Активированный уголь передается в противоток пульпе эрлифтом.

Требуемый показатель pH пульпы 10,5 – 11. Крепкий раствор цианида натрия (25% в весовом соотношении) добавляется в пульпу. Подача цианида натрия осуществляется в чан предварительного цианирования в количестве 1,15 кг/т. Раствор цианида натрия также может быть при необходимости добавлен в любой из чанов выщелачивания.

Для измерения и регулирования уровней цианида и pH в чанах выщелачивания проектом рекомендуется использовать онлайнный анализатор TAC 1000. Система TAC 1000 измеряет концентрацию цианида в чане и в соответствии с этим регулирует дозирование цианида. В зоне выщелачивания проектом рекомендуется установка детектора газа Drager CN, который, в случае обнаружения газа цианистого водорода в зоне, включает визуальную и звуковую сигнализацию. Детектор также посылает сигнал на остановку насоса для дозировки цианида. Проектом допускается установка аналогов онлайн анализатора и детектора газа, но с техническими характеристиками, соответствующими по рекомендованным по проекту.

В чаны выщелачивания подается сжатый воздух. Воздух добавляется в чаны выщелачивания через вертикальный ствол мешалки раствора. Избыток

кислорода в первом чане выщелачивания должен превышать 4 мг/л, как правило на практике этот показатель соответствует 6-8 мг/л.

На участке сорбционного выщелачивания необходимо предусмотреть дренажный зумпф с насосом для сбора и возврата в процесс всех проливов.

Хвостовая пульпа под действием силы тяжести стекает на контрольный грохот для угля, подрешетный продукт откачивается в цикл детоксикации и затем направляется в хвостохранилище. Надрешетный продукт (проскоки угля и пр.) возвращаются обратно в последний чан.

В каждом из восьми аппаратов пульпа последовательно проходит сорбция золота. Сорбционные аппараты соединены в каскад, что позволяет постепенно снижать концентрацию золота в растворе с каждым этапом.

Сорбция золота на активированном угле:

В качестве сорбента золота наиболее эффективными являются активированные угли, изготовленные из скорлупы кокосовых орехов марок HAYCARB, Calgon, Picagold, JX-102 (Tangshan Tianhe Activated Carbon).

Активированный уголь вводится в сорбционные аппараты, где происходит адсорбция золота на уголь. Уголь поглощает комплексные соединения золота $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$, связывая их на своей поверхности.

Уголь циркулирует в системе, продвигаясь противотоком по отношению к потоку пульпы, что позволяет максимизировать извлечение золота.

Свежий или реактивированный уголь ежедневно подается в последний чан. При контакте угля с пульпой, цианидные комплексы золота адсорбируются на активированный уголь. При перекачке угля, перемещают пульпу, содержащую уголь, в противоточном режиме из последнего чана в предыдущий чан. Пульпа будет возвращена назад в тот же чан через промежуточный грохот, та же самая процедура будет применена ко всем чанам сорбционного выщелачивания, где аэролифтом транспортирует уголь в противоточном направлении, а пульпа движется в поточном направлении.

Насыщенный уголь отделяется от пульпы на виброгрохоте и поступает в отмывочную емкость для удаления илов и щепы.

Грохочение насыщенного угля

Тип грохота.....	вибрационный.
Удельная нагрузка по углю, ч-1.....	не менее 0,5.
Объем воды на отмывку 1 т угля, м ³	2,0.
Размер отверстий сита, мм.....	0,63x0,63.

Отмытый от илов золотосодержащий уголь направляется на регенерацию. Хвостовая пульпа после контрольного грохочения на барабанном (или вибрационном) грохоте поступает на обезвреживание и сбрасывается в хвостохранилище.

Концентрация активированного угля в чанах, как правило, 20 г на 1 литр пульпы. При этом в каждом чане сорбционного выщелачивания будет находиться $(140000 \cdot 20) / 1000000 = 2,8$ т угля, в восьми чанах общая загрузка составит 22,4 тонн.

В то время, как активированный уголь двигается в противоточном режиме, насыщение угля золотом увеличивается, пока не достигнет своего максимума в первом чане сорбционного выщелачивания.

Партия в 1 – 2 тонны в сутки насыщенного угля направляется на грохот насыщенного угля с ячейками размером 0,63мм x 8,8мм. Надрешетный продукт забирается для последующей переработки, подрешетный продукт (пульпа) возвращается в тот же чан. Насыщенный уголь собирается в полиэтиленовые мешки для отправки его на десорбцию золота с угля.

Параметры сорбции:

Температура: Процесс сорбции золота на уголь происходит при температуре 20–30°C, что оптимально для адсорбции золота.

Расчётные параметры и режимы сорбционного извлечения золота приведены в таблице 5.4.

Таблица – Расчётные параметры и режимы сорбционного извлечения золота

№ п/п	Наименование показателей	Показатели
1	Производительность участка сорбционного выщелачивания по питанию, т/ч	37
2	Плотность пульпы при сорбции, % твердого	40
3	Поток пульпы на выщелачивание, м ³ /час	48,28
4	Крупность продукта на выщелачивание, % класса -0,071 мм	80
5	По проекту продолжительность предварительного цианирования, час	16,16
6	По проекту продолжительность сорбционного выщелачивания, час	23,20
7	Тип оборудования для сорбционного выщелачивания	Контактные чаны с двухуровневой мешалкой
8	Объём головного пачука, м ³	260
9	Объём каждого чана выщелачивания, м ³	140
10	Количество чанов, штук - предварительное цианирование - сорбционное выщелачивание	3 8
11	Средняя концентрация золота в растворе, мг/л	1,45
12	Применяемый сорбент	Активированный уголь, размером 8x16 меш.
13	Содержание угля в каждом чане сорбционного выщелачивания, г/л пульпы	20
14	Количество угля: - в каждом чане выщелачивания, т; - всего в чанах выщелачивания, т	2,8 22,4
15	Ёмкость угля по золоту, г/кг	1-1,5
16	Содержание золота в жидкой фазе хвостовой пульпы, г/м ³ , не более	0,1
17	Содержание золота в твердой фазе хвостовой пульпы, г/т, не более	0,1
18	Концентрация NaCN в жидкой фазе, г/л	0,4 – 0,7

№ п/п	Наименование показателей	Показатели
19	Размер ячейки грохота для отделения угля, мм	0,63
20	Производительность грохота, м ³ /м ² .ч	55
21	Количество насыщенного угля, т/сутки	~1,0
22	Расход NaCN, кг/т руды	1,15
23	Расход извести (на 100% активность), кг/т руды (с учетом обезвреживания)	2,5
24	pH пульпы при выщелачивании	10,5-11
25	Расход угля, г/т руды	90

Основные параметры сорбционного цианирования на ЗИФ «Андасай»

Поток пульпы, м ³ /ч.....	50,0
Массовая доля твердого в исходном питании сорбции, %.....	40,0-45,0
Средняя концентрация золота в растворе, мг/л	1,45
Продолжительность процесса, ч.....	16
Количество ступеней сорбции.....	8
Рабочий объем одного аппарата, м ³	125
Количество аппаратов сорбции с учетом контрольного, шт.....	8
Объемная доля угля в пульпе, % (л/м ³).....	1,5-2,0 (15-20)
Единовременная загрузка угля в аппараты сорбции, м ³ (т)- 0,0-80,0 (30,0-40,0)	
Емкость угля по золоту, г/кг.....	1,0 – 1,5
Потери угля на 1 т руды, г.....	90,0
Продолжительность пребывания угля на сорбции, ч.....	43,0
Содержание золота в жидкой фазе хвостовой пульпы, г/м ³ , не более	0,1
Содержание золота в твердой фазе хвостовой пульпы, г/т, не более	0,1
Концентрация NaCN в жидкой фазе, г/л	0,4-0,7
Плотность пульпы в последнем начуке сорбции, %,	35,0-40,0

Контрольное грохочение хвостов сорбции

Тип контрольного грохота.....	вибрационный.
Производительность по пульпе, м ³ /ч, не менее.....	51-55.
Удельная нагрузка по пульпе, м ³ /м ² .ч.....	15,0
Размер отверстий просеивающей поверхности, мм.....	0,63×0,63.
Расход воды, м ³ /ч.....	1,0

Расчёт извлечения золота из руды при сорбционном цианировании приведен в таблице

Таблица - Расчёт извлечения золота из руды при сорбционном цианировании

Наименование, ед. изм.	Кол-во	Кол-во
Средняя концентрация золота в растворе, мг/л	1,45	1,45
Содержание золота в руде, г/т	2,5	3
Производительность ЗИФ, т/час	37	37
Объём продуктивного раствора м ³ /час	50	50
Количество золота в руде разовой загрузки, г	92,5	111
Содержание золота в жидкой фазе хвостовой пульпы, г/м ³ , не более	0,10	0,10
Содержание золота в твердой фазе хвостовой пульпы, г/т, не более	0,1	0,1
Количество золота в жидкой фазе хвостовой пульпы, г	5,00	5,00

Наименование, ед. изм.	Кол-во	Кол-во
Количество золота в твердой фазе хвостовой пульпы, г	3,7	3,7
Потери золота с потерями угля, г	0,135	0,135
Суммарные потери золота, г	8,835	8,835
Извлечение золота, %	90,44	92,04

Промывка насыщенного угля

Перекачка угля с установки на установку в основном осуществляется эрлифтом. Между другими установками перекачку угля можно производить транспортной водой высокого давления. Это позволяет снизить механическое разрушение угольного сорбента при перекачке насосами по установкам. Узел оборотно-транспортной воды и обвязка установок сделана таким образом, чтобы для перекачки использовать оборотную воду, так как баланс воды для ЗИФ играет большую роль и положительный дисбаланс воды не нужен. Чтобы производить транспортировку угля водой, колонны имеют специальную конструкцию для работы под давлением.

Модульные установки, поставляемые ООО «АМТ ПРОМ» имеют общеизвестные технологические процессы. Рассмотрим особенности этих установок.

Промывка илов осуществляется в колонне, конструкция которой позволяет циркулировать сорбент внутри колонны и выводить илы через верхнюю часть, где разделение угля и илов проходит в ламинарном режиме. Для промывки можно применять оборотную воду ЗИФ.

Кислотную промывку можно осуществлять двумя кислотами: соляной и азотной кислотой. При кислотной обработке происходит удаление из угля карбонатов кальция и магния. Также кислотная обработка позволяет удалить из угля некоторые цветные металлы, оксиды железа и тонкие шламы на основе кремния и алюминия. Азотная кислота более предпочтительна, так как объемы транспортировки ее почти в два раза меньше, она менее коррозионная для нержавеющей сталей, чем соляная кислота, меньше выделяется выбросов в виде окислов азота, чем хлористого водорода. Однако, если в насыщенном сорбенте есть серебро, то кислотную промывку следует проводить только раствором соляной кислоты. После обработки соляной кислотой, насыщенный уголь необходимо тщательно промывать от хлора, который влияет на работу установки десорбции и электролиза. Хлор разрушает аноды электролизера и снижает плотность тока. Соляная кислота очень коррозионная жидкость, поэтому приготовление раствора соляной кислоты нужно проводить в отдельной емкости, изготовленной из специальной дорогостоящей нержавеющей стали или из полипропилена. Раствор соляной кислоты менее 5 % имеет меньшую коррозионность и для изготовления колонны и емкости нейтрализации можно использовать обычную нержавеющую сталь.

Отмывка угля от илов

Тип оборудования вибрационный грохот.
 Линейная скорость пропускания воды, м3/ч..... 25,0-30,0.
 Объем воды на 1 т угля, м3 10,0-15,0.

Обезвоживание угля на грохоте

Тип грохота..... вибраторный.

Площадь просеивающей поверхности, м²... 0,5-0,6

Характеристики грохотов отмывки насыщенного угля приведены в таблице

Таблица - Характеристики грохотов отмывки насыщенного угля.

Грохота	
грохот для отмывки угля от пульпы	DZS 09180
размер:	
длина, м	4,7
ширина, м	1,43
высота, м	1,5
размер ячейки на просеивающей поверхности, мм	0,8
мощность двигателя привода грохота, кВт	1,5
Контрольный грохот для отмывки угля	DZS 09180
размер:	
длина, м	4,7
ширина, м	1,43
высота, м	1,5
размер ячейки на просеивающей поверхности, мм	0,8
мощность двигателя привода грохота, кВт	1,5

Водная фаза из-под грохота направляется на установку улавливание мелкого угля. Накопившийся уголь периодически выводится из емкости отстойника пневмонасосом в фильтр-пресс. Угольная мелочь направляется на утилизацию для извлечения золота.

Если в растворах нет серебра, а есть медь, то кислотную промывку можно производить азотной кислотой. После кислотной промывки должна быть обязательно холодная десорбция меди.

При отсутствии меди в растворах и установки холодной десорбции кислотную промывку азотной кислотой перед десорбцией и электролизом производить нельзя. В таком случае установку кислотной промывки азотной кислотой ставят после десорбции и электролиза.

Десорбция насыщенного угля и электрическое выделение золота из элюатов

Описание схемы десорбции насыщенного угля и электрическое выделение золота из элюатов

Принципиальная технологическая схема установки десорбции и электролиза приведена на рисунке .

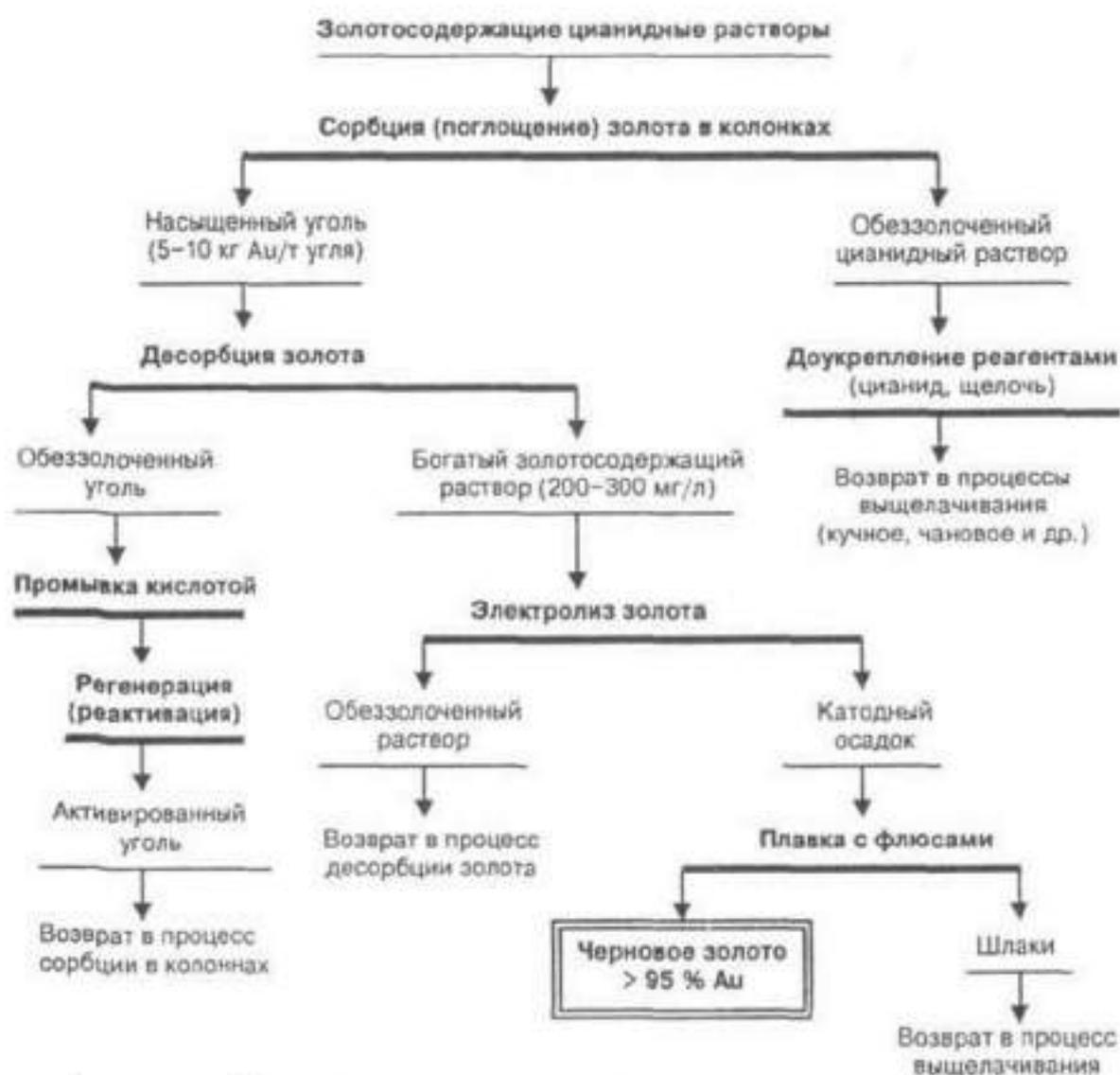


Рисунок. Принципиальная технологическая схема установки десорбции и электролиза.

Технологическая схема десорбции благородных металлов с насыщенного угля и электролитическое выделение золота и серебра из элюатов включает следующие операции: десорбцию благородных металлов с угля, кислотную обработку, нейтрализацию кислотных растворов, термическую реактивацию, операцию выделения мелкого угля, электролитическое выделение благородных металлов из богатых элюатов.

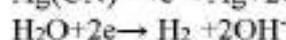
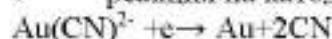
Особенностью схемы установки десорбции является использование IPS-метода, т. е. процесс десорбции золота с угля и электроосаждение золота осуществляются одновременно при циркуляции щелочного раствора через десорбер и электролизер. Десорбция благородных металлов проводится под давлением.

При электролизе в растворе отсутствуют другие реагенты, которые могут вступить в реакцию и помешать осаждению золота. На катоде осаждаются золото, серебро и в незначительном количестве медь, одновременно из-за

содержащегося в растворе цианида на аноде образуются диоксид углерода и азот.

Реакции, протекающие в установке, при электролизе богатых щелочных растворов:

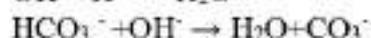
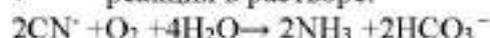
- реакция на катоде:



- реакция на аноде:



- реакция в растворе:



В электролизере также происходят и другие химические реакции, однако три вышеуказанные являются главными в процессе электролиза растворов десорбции. В исследовательском испытании указано: при нормальных условиях электролиза основное управление процессом электролиза зависит от скорости распространения $\text{Au}(\text{CN})_2^-$ - по поверхности катода. Скорость осаждения определяется скоростью прохождения среды.

Эффективность электролиза выражается в следующем виде:

$$\log (C_0/C_1) = KmtS/2.3F$$

где $Km = P/\delta$ - коэффициент прохождения среды;

P - коэффициент распространения разряжающейся частицы ($\text{Au}(\text{CN})_2^-$);

δ - толщина слоя распространения;

C_0 - исходная концентрация золота;

C_1 - концентрация золота после электролиза;

t - время электролиза;

S - площадь поверхности катода.

На рисунке представлен общий вид модульной установки десорбции и электролиза.



Рисунок 5.3. Общий вид модульной установки десорбции и электролиза серии DK-LD.

Особенности модульной установки десорбции и электролиза состоят в том, что в ней применяется электролизер колонного типа, где растворы проходят вертикально сверху вниз, осыпая катодный осадок в конус аппарата. Уровень катодного осадка контролируется датчиком. Электролизер имеет минимум свободного пространства для накопления взрывоопасных газов. Разгрузку катодного осадка можно производить без вскрытия крышки электролизера. Для ревизии контактов электродов и чистки катодов перед вскрытием крышки электролизера предусмотрена продувка аппарата от взрывоопасных газов сжатым воздухом. Катодный осадок выгружается в нутч-фильтр. Разделение твердой и жидкой фаз осуществляется вакуумом.

Установка (система) десорбции и электролиза включает в себя:

- ёмкость для угля, 2 шт.;
- агитатор для приготовления раствора кислоты, Ф1*1 м, 1 шт.;
- колонну десорбции, типа JXZ 8060, 2 шт.;
- насос для перекачки угля, типа STQ-50, 3 шт.;
- агитатор для приготовления раствора щёлочи, Ф2*2, 2 шт.;
- водяной насос, шт.1;
- фильтр типа GLQ 1500, 4 шт.;
- электролизёр, 2 шт.;
- циркуляционный насос;
- электронагреватель типа DRQ54, 4 шт.;
- воздушный компрессор;
- чан десорбционного раствора;
- чан хранения воды, 1 шт.;
- насос чистой воды;
- магнитный насос типа 50 CQ 40, 4 шт.;
- чан хранения угля;

- шкаф управления;
- шкаф выпрямителя;

Принцип работы установки состоит в том, что в колонну помещается определенный объем насыщенного драгметаллами угля, колонна герметически закрывается и вся система трубопроводов, фильтры, нагреватель и электролизер заполняются раствором элюента, содержащего 40-45 г/л NaOH, после чего включается нагрев и раствор элюента доводится до температуры 150⁰С и давления 5 атм, продолжительностью 15-20 часов. Нагретый до заданной температуры раствор циркулирует по схеме: нагреватель → колонна десорбции → фильтр → электролизер → нагреватель.

Установка десорбции и электролиза позволяет достичь извлечения золота из насыщенного угля, например при его емкости (3000 г/т) до 97%. Установка полностью автоматизирована, проста, надёжна и удобна в эксплуатации.

Установка обладает хорошей теплоизоляцией, что позволяет повысить КПД теплообмена, расход энергии при этом снижается в 2-4 раза по отношению к аналогичным технологиям.

Процесс исключает применение цианида, идет в щелочной среде, что значительно снижает себестоимость производства.

В аппаратах Установки автоматически поддерживается оптимальный уровень раствора и температуры.

Для безопасной эксплуатации установки, предусмотрено автоматическое отключение электронагревателей: при выходе из строя циркуляционного насоса (раствор не поступает), при повышении давления - срабатывает система сброса давления, также предусмотрена страховка – предохранительный клапан, на случай отказа двух систем безопасности

После десорбции необходимо периодически проверять сорбционные свойства активированного угля. Методика определения сорбционных свойств прилагается к инструкциям по эксплуатации модульных установок.

Описание технологического оборудования Установки

Проектом предусмотрена установка двух систем десорбции и электролиза типа GKJD-1000 :

- на основе технологической схемы переработки руды угольно-сорбционный методом с получением катодного золота;
- с производительностью по руде 500-100 т/сутки, с содержанием золота в ней 2-8 г/т;
- рабочая температура электролиза - 150⁰С;
- рН среды (электролита) – 13,5;
- давление в резервуаре десорбции – 0,5 МПа;
- давление в электролизёре – 0,45 МПа.

1) Колонна десорбции

Колонна десорбционная, рабочим объёмом 4,25м³, поз. 30, представляет собой цилиндр из нержавеющей стали толщиной 10мм. Колонна имеет внешнюю оболочку из углеродистой стали, в которой между внутренней и внешней стенками находится утеплитель.

Насыщенный уголь загружается в колонну десорбции сверху из бункера. Разогретый раствор поступает в колонну и проходит снизу вверх, промывая золотосодержащий уголь. Насыщенный золотом раствор сливается сверху колонны, а обеззолоченный уголь разгружается внизу колонны десорбции.

2) Электронагреватель

Электронагреватель имеет двухслойную цилиндрическую конструкцию, в каждом нагревателе установлены по 6 ТЭНов мощностью каждого 20 кВт. Общая электрическая мощность нагревателя составляет 120 кВт. Раствор, при прохождении объема аппарата нагревается до 175⁰С. На каждом нагревателе установлено по 4 патрубка, в том числе 1- для входа раствора, 1- для выхода раствора, 1- для чистки, а также 1-резервный выход.

Внешний цилиндр из углеродистой стали представляет собой термоизоляционную рубашку толщиной 4мм, между рубашкой и обечайкой находится утеплительный материал.

Раствор в электронагреватель подается снизу вверх и выходит из верхнего патрубка. Электрические соединения нагревателей расположены на крышке аппарата и закрыты защитным кожухом. Для обеспечения ритмичной работы всей Установки на каждой линии переработки угля предусмотрено по 2 электронагревателя, соединенных по раствору последовательно.

3) Емкость для раствора десорбции

Емкость с механическим перемешивающим устройством предназначена для приготовления раствора элюента и служить в качестве буфера при заполнении всех аппаратов Установки исходным раствором.

Для предварительного нагрева исходного раствора в емкости установлены ТЭНы -3 шт. суммарной мощностью 30 кВт. Сверху установлен электропривод механического перемешивателя, мощность которого 2,2 кВт, число оборотов импеллера 270 об/мин.

Емкость оборудована рубашкой из углеродистой стали, внутри которой находится термоизоляционный материал. Емкость оснащена наружным стеклянным трубчатым уровнемером.

Емкость с перемешивателем находится непосредственно на Установке. В ней приготавливается исходный раствор элюента путем загрузки сухой каустической соды в объем воды в емкости при включенной мешалке. В аппараты Установки раствор из емкости подается по трубопроводам циркуляционным насосом.

4) Фильтр для раствора

Фильтр устанавливается после колонны десорбции и служит для выделения из раствора механических примесей в виде частиц угля и шламов.

Фильтр имеет конструкцию барабанного типа, на верхней крышке вварен патрубок для выхода раствора, вход раствора производится снизу. Внутри фильтра вставляется кассета с фильтрационным материалом, в качестве которого применяется. Вата из нержавеющей стали.

Фильтр оснащен термоизоляционной рубашкой толщиной 3мм, между рубашкой и барабаном находится утеплительный материал

5) Электролизер

В качестве катодов электролизер комплектуется катодами, покрытыми нержавеющей сеткой. Катодный осадок осаждается в конусе колонны. Уровень осадка контролируется вибрационным уровнемером. В электролизере предусмотрена промывка конуса от осадка и продувка сжатым воздухом перед его вскрытием. Электролизеры представлены на рисунке 5.4. Процессы десорбции и электролиза проходят при оптимальной температуре 150 °С и давлении 5 атм. Элюент на основе гидроксида натрия с концентрацией 40–50 г/л.



Рисунок. Общий вид электролизера проточного типа ЭП2300-12.

Электролизер из полипропилена объемом 2300 литров предназначен для проведения электролиза в растворах, совместимых с материалом ванны. Производительность электролизера рассчитывается по ТЗ Заказчика.

Технические требования

- рабочая температура среды – до 60°;
- размеры катодов и анодов – 900*900 мм;
- количество катодов 15 шт.;
- количество анодов 16 шт.;
- рабочий объем – 2300 л;
- габаритные размеры 2490*1230*1750 мм.

В комплект поставки входят выпрямитель Flex Kraft 12В 3000А с водяным охлаждением, гибким тоководом и комплектом ЗИП.

Используемые материалы:

- материал корпуса и крышки электролизера - полипропилен, толщиной 15 и 20 мм.;
- материал подставки и бандажа – сталь с окрашиванием.

Сварка корпуса электролизера и ее комплектующих выполнена сварным швом по ГОСТ 16310-80.

Устойчивость ванны к химически агрессивным средам обеспечивается химической стойкостью полипропилена.

б) Циркуляционный насос

Насос используется для циркуляции раствора десорбции.

Насос относится к центробежным, но все его части герметичны и работают при давлении 0,5 Мпа и температуре 150°С. Вал для рабочего колеса

насоса и ротора электродвигателя является общим. На внутренней поверхности статора и внешней поверхности ротора установлена рубашка экранированная немагнитной нержавеющей сталью, отделенная от сердечника, статора, ротора, защищающая детали от коррозии.

На торцевой крышке установлен клапан для сброса воздуха.

Клеммная коробка для электрического соединения силового кабеля вынесена за пределы насоса.

На каждую линию переработки угля устанавливается по 2 насоса – один рабочий, один резервный.

Технологические параметры процесса десорбции и электролиза

Концентрация NaOH в растворе десорбции - 40-45 г/л

Расход раствора - 4- 9 м³/час

Температура- 150⁰С

Начало электролиза - T=110⁰С

Окончание электролиза- 150⁰С

Ток электролиза 900~2000А

Напряжение на ванне 1.5-4V

Давление:

На верху колонны десорбции- 0.55~0.6мПа

В электролизере- 0,50~0,55 мПа

Расчёт количества электродов при исходных значениях, по Техническому заданию:

- обработка 880 тонн руды в сутки обеспечит производство около 8-10 кг золота в месяц при проектном извлечении 80%;
- годовой объём производства: около 528 - 720 кг золота.

Расчёт рабочей площади катодов сведён в таблицу 5.8.

Таблица – Расчёт рабочей площади катодов

Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Годовой объём производства	кг/год	720
Режим работы	дней	341
Рабочий фонд времени	час/год	8184
Осаждено золота	г/час	87,98
Электрохимический эквивалент никеля	мг/Кл	0,6812
Количество электричества	Кл	129 149,35
Сила тока	А	2 152,49
Плотность тока	А/м ²	60
Площадь осаждения никеля	м ²	35,87

При использовании электролизера проточного типа ЭП2300-12 с рабочей площадью 1 катода 1,62 м² – необходимо к установке 2 шт.

При использовании электролизера Э-50 с рабочей площадью катодов в 50 м² - необходимо к установке 1 шт.

Плавка готовой продукции

Принципиальная технологическая схема плавки готовой продукции приведена на рисунке .

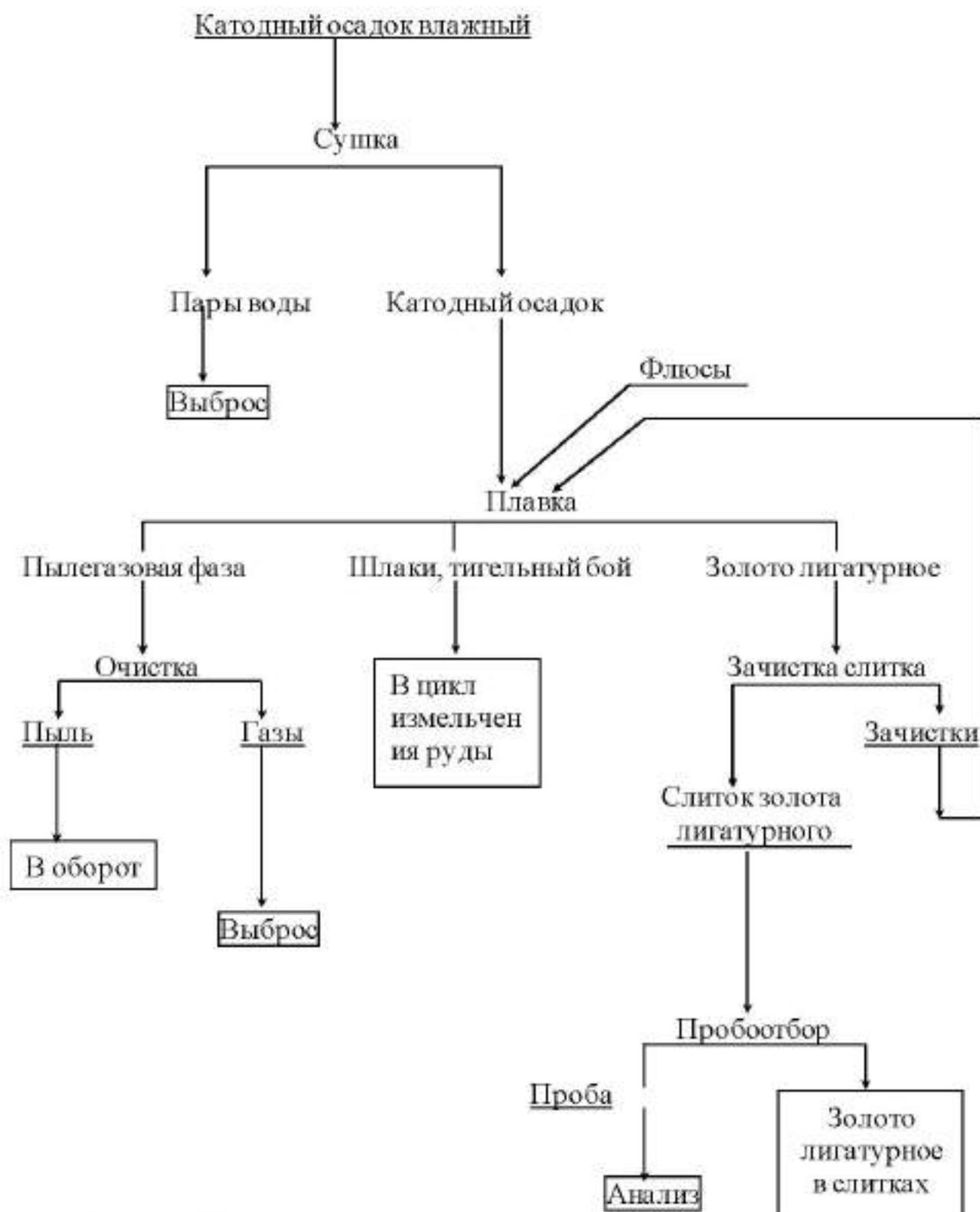


Рисунок Принципиальная технологическая схема плавки готовой продукции.

Назначение плавки – получение металлических слитков чернового золота. Плавка – пирометаллургический процесс получения металлического слитка чернового золота (сплава Доре) из порошкообразного катодного осадка и флюсов, осуществляется в помещении особого режима сохранности.

На ЗИФ плавка осуществляется в оборудованном помещении, специально предназначенном для этой цели и укомплектованным следующим специальным оборудованием:

- Индукционная плавильная печь ПИ 1-50\10;
- Генератор напряжения СЧ-ГЗ 100\10 плавильной печи;
- Подовая электропечь СНЗ-6.12.4М 1;
- Печь для нагревания тиглей ПШ-5.5.5.1 1;
- Стол для обработки слитков, приспособления и инструмент для их обработки;
- Золото–приемная касса (ЗПК) с весами.

Перед плавкой подготавливают шихту: в зависимости от количества катодного осадка, добавляют определенное количество флюсов: сода кальцинированная, бура техническая и кварцевый песок, необходимые для образования шлаков.

Полученную шихту для плавки совком загружают в графитовый тигель, который установлен в индукционную печь. Во время плавки осуществляют перемешивание шлаков сухой деревянной палкой нехвойных пород. Для охлаждения печи подают техническую воду в теплообменник–рекуператор, количество которой регулируют ручным вентилем.

Перед завершением плавки шлаки перемешивают, отключают генератор нагрева печи и через 1–2 минуты расплав сливают в изложницу. После кристаллизации и остывания слиток выбивают из изложницы путем опрокидывания её на специальном столе.

После остывания слитка отделяют шлак на оборудованном поддоне для исключения потери кусков шлака. Полученные слитки промывают чистой водой, сушат, высверливают стружку для анализа, взвешивают и сдают в золото–приемную кассу (ЗПК) с записью в журнале.

Шлаки после плавки, содержащие корольки золота, и серебра дробят в конусной инерционной дробилке КИД–100, просеивают на сите 1 мм и повторно переплавляют. Шлаки крупностью –1мм без корольков золота и серебра комиссионно утилизируются в течку шаровой мельницы.

Газы после плавки и предварительного обжига отсасываются вентиляционной системой через скруббер для очистки от сернистого газа и золотосодержащей пыли. Растворы из газоочистного скруббера поступают в ступи-тель.

Параметры обжига и плавки катодного осадка приведены в таблице

Таблица - Параметры обжига и плавки катодного осадка

№	Наименование параметра	Ед изм	Значение
1	Температура предварительного обжига	°С	900
2	Расход флюсов на 1 кг золота или серебра:	• сода кальцинированная	г 30
		• бура техническая	г 20
3	Температура плавки золота	°С	1200
4	Температура плавки серебра	°С	1000
5	Содержание золота в слитке сплава Доре	%	70–98

Слитки черного золота и серебра (сплав Доре) являются готовой продукцией и отправляются на аффинажный завод.

Шихта на плавку катодных осадков содержит массовые доли, %: буры 8,0; кварцевого песка (или силикатного стекла) 1,0; оксида кальция (извести) 1,0; катодных осадков 90,0.

Остаточное содержание золота в условно-отвальном шлаке составляет (не более) 200 г/т, серебра 300 г/т; в тигельном бое, соответственно, (не более) 150 и 100 г/т.

Срок службы плавильного тигля ТКГ-50Т1 составляет 40 плавов, масса тигля 14 кг. Степень износа отработанного тигля составляет примерно 30 %.

Масса единовременной загрузки шихты в тигель ТКГ-50Т1 составляет 10-12,0 кг.

Масса прокаленного катодного осадка от единовременного съема, один раз в семь дней поступающего на плавку, составляет в среднем 39 кг. Катодный осадок содержит массовые доли (ориентировочно), %: золота 77,78; серебра 10,05; меди 2,0; свинца 2,5 шлакообразующих оксидов (SiO_2 , CaO , Al_2O_3) в сумме 2,0.

При плавке шихты катодного осадка:

1) Выход шлака составляет 11,5%. Шлак содержит, массовая доля, %: золота 0,02; серебра 0,03.

2) Выход образующейся пыли составляет 0,5 % от массы шихты. Пыль содержит, массовая доля, %: золота 1,0; серебра 1,5.

3) Выход тигельного боя составляет 3 % от массы шихты. Пыль содержит, массовая доля, %: золота 0,015; серебра 0,01.

Регенерация угля

После того как активированный уголь насыщается золотом в процессе сорбционного цианирования и проходит стадию десорбции, он подлежит регенерации.

Активированный уголь в процессе сорбции кроме солей кальция, магния и других цветных металлов отравляется органическими веществами, содержащимися в руде и попавшими в руду в виде масел от транспортных средств. Для удаления органических примесей из пор активированного угля его направляют на модульную установку высокотемпературной реактивации. При температуре 650 °С в паровоздушной среде происходит окисление органической составляющей и вывод ее из углеродной решетки сорбента, высвобождая активные центры для сорбции цианидных комплексов золота. Для проведения процесса реактивации в ООО «АМТ ПРОМ» разработана новая печь с большим диаметром трубы ЭПР-425. После реактивации горячий уголь подвергается закалке и выделению мелкой фракции угля -0,8 мм на дуговом виброгрохоте.

Отмывка угля после десорбции

После завершения десорбции активированный уголь содержит остатки химических реагентов, растворенные металлы и мелкие частицы.

Уголь промывается водой для удаления остатков щелочного раствора (NaOH и NaCN) и других примесей, которые могли остаться после десорбции.

Промывка осуществляется проточной или циркулирующей водой в

специальной промывочной системе. Этот этап необходим для подготовки угля к термической регенерации или регенерации угля растворами кислот.

Термическая регенерация угля

Это ключевой этап, в ходе которого уголь подвергается термической обработке для восстановления его сорбционных свойств.

Процесс регенерации активированного угля после десорбции включает несколько этапов: отмывку, термическую регенерацию, охлаждение, классификацию и контроль качества. Основной целью этого процесса является восстановление сорбционной способности угля для повторного использования в извлечении золота. Благодаря термической обработке восстанавливаются пористость и активная поверхность угля, что позволяет ему эффективно адсорбировать золото из цианидных растворов в ходе повторных циклов сорбционного цианирования.

Основные процессы термической обработки угля состоят из следующих этапов

1) Сушка угля

Промытый уголь сначала подвергается сушке при температуре около 100–150°C для удаления влаги, которая могла остаться после промывки.

2) Высокотемпературная регенерация

Спецификация технологического оборудования высокотемпературной регенерации угля приведена в таблице.

Таблица - Спецификация технологического оборудования высокотемпературной регенерации угля

№ п/п	Наименование оборудования	Марка	Кол-во
1	Обезвоживающий бункер-питатель		1
2	Печь реактивации	QSY 650, Q=60	1
3	Емкость охлаждения угля		1
4	Виброгрохот	ГИЛ-052	1
5	Емкость мелкого угля и шламов		1
6	Емкость отмытого угля для сорбции		1

При высокотемпературной регенерации уголь нагревается до температуры 600–750°C в печи с ограниченным доступом кислорода (иначе происходит его сгорание). Эта температура достаточно высока, чтобы разрушить органические и неорганические загрязнения, накопившиеся на поверхности и в порах угля в процессе сорбции.

В процессе термической регенерации происходит:

- Разложение органических веществ, которые могли адсорбироваться на угле вместе с золотом и другими металлами.
- Удаление остатков цианидов, щелочей и других реагентов.
- Восстановление структуры пор угля, что увеличивает его сорбционную способность.

Уголь с передела сорбционного выщелачивания поступает в обезвоживающий бункер-питатель. После сушки направляется в приёмный бункер печи

реактивации типа QSY 650, Q=60 или по техническим характеристикам аналогичной ей. Печь для регенерации угля (регенерационная печь) обычно это вращающиеся барабанные или стационарные печи, которые работают в среде с ограниченным доступом кислорода (инертная среда, например азот или углекислый газ), чтобы предотвратить возгорание угля. Контроль температуры крайне важен, так как перегрев угля может привести к его разрушению, а недостаточная температура не обеспечит полного восстановления сорбционных свойств.

3) Охлаждение угля

После термической обработки уголь необходимо быстро охладить, чтобы предотвратить его самовоспламенение при контакте с воздухом. Охлаждение обычно проводится в воде или инертной среде.

В процессе охлаждения уголь обрабатывается водой, что помогает удалить оставшиеся растворенные примеси и продукты разложения.

4) Классификация и просеивание угля

После охлаждения уголь просеивают на виброгрохоте типа ГИЛ-052 для удаления мелких фракций, образовавшихся в результате механического износа и термической обработки. Эти мелкие фракции могут снизить эффективность сорбции и затруднить фильтрацию пульпы.

Уголь классифицируется по размеру 0,63 мм, и мелкие частицы (пыль угля) класс -0,63 мм удаляются, чтобы обеспечить эффективное использование угля в сорбционных колоннах; класс +0.63 мм возвращается на сорбцию золота.

5) Контроль качества регенерированного угля

Проводятся тесты для оценки сорбционной емкости угля и его механической прочности после регенерации.

Основные параметры контроля включают:

- **Сорбционную емкость по золоту** (способность угля снова адсорбировать золото из цианидного раствора).
- **Объем удельной поверхности и пористость** (восстановление структуры пор после регенерации).
- **Механическую прочность** (чтобы уголь не разрушался в процессе работы).

Регенерация угля растворами кислот

Кислотная регенерация активированного угля – это эффективный метод восстановления его сорбционных свойств в случаях, когда уголь загрязнен неорганическими веществами, такими как соли металлов и карбонаты. Процесс включает обработку угля раствором кислоты, последующую промывку, нейтрализацию и сушку. Этот метод используется как альтернатива или дополнение к термической регенерации, особенно в тех случаях, когда уголь подвергается сильному загрязнению неорганическими веществами в процессе сорбции золота.

Данный процесс представляет собой один из методов восстановления сорбционной емкости угля, который используется для удаления неорганических примесей, таких как соли, карбонаты и металлы, адсорбированные на

его поверхности во время сорбции золота. Этот метод используется в тех случаях, когда уголь загрязнен неорганическими соединениями, которые термическая регенерация не может эффективно удалить.

Основные процессы регенерации активированного угля кислотными растворами состоят из следующих этапов:

1) Отмывка угля водой

- Перед началом кислотной регенерации уголь промывают водой для удаления остаточных растворов цианида, щелочей и других водорастворимых примесей.

- Промывка проводится в промывных колоннах или баках с использованием проточной или циркуляционной воды. Этот этап необходим для подготовки угля к последующему воздействию кислот и удаления основной массы загрязнений.

2) Обработка угля кислотным раствором

Основной целью обработки кислотой является растворение и удаление неорганических загрязнений, таких как:

- Соли металлов (железо, кальций, магний), которые могли осесть на угле в процессе работы.

- Карбонаты и оксиды металлов, способные блокировать поры угля. Для кислотной регенерации чаще всего используются следующие кислоты:

- **Соляная кислота (HCl):** наиболее распространенная кислота для регенерации. Она эффективно растворяет карбонаты, хлориды и оксиды металлов.

- **Серная кислота (H₂SO₄):** применяется для удаления сульфатов и других соединений металлов, но требует осторожности, так как может вызывать агрессивные реакции с некоторыми типами угля.

- **Азотная кислота (HNO₃):** применяется реже, в основном для удаления специфических металлических загрязнений.

Уголь погружается в раствор кислоты в специально подготовленных кислотостойких баках или колоннах.

Концентрация кислоты обычно составляет от 1 до 5%, в зависимости от степени загрязненности угля.

Время выдержки угля в растворе кислоты варьируется от 1 до 4 часов, в зависимости от типа угля и концентрации загрязнений.

Во время обработки уголь регулярно перемешивается или подвергается циркуляции раствора для равномерного воздействия кислоты на его поверхность.

При необходимости кислотная обработка может проводиться в несколько этапов с использованием различных концентраций раствора.

Химические реакции:

Пример реакции соляной кислоты с карбонатами:



Пример реакции с оксидами металлов:



Эти реакции приводят к растворению загрязнений, что способствует восстановлению пористой структуры угля.

4) Промывка угля после кислотной обработки

После завершения кислотной регенерации уголь необходимо тщательно промыть водой для удаления остатков кислот и продуктов реакции.

Промывка проводится до тех пор, пока pH промывных вод не достигнет нейтрального значения. Это необходимо для предотвращения последующего взаимодействия кислоты с растворами цианида в процессе сорбции.

5) Нейтрализация угля

Для обеспечения полной нейтрализации кислотных остатков и стабилизации pH угля его дополнительно обрабатывают раствором слабого щелочного вещества, например, раствором соды (Na_2CO_3) или гидроксида натрия (NaOH).

Этот процесс позволяет восстановить нейтральный или слабощелочной pH угля, что важно для последующего использования в цианидных растворах, где поддержание щелочного уровня pH критично для предотвращения разложения цианида и образования токсичного газа HCN.

6) Сушка и подготовка угля к повторному использованию

После промывки и нейтрализации уголь сушат при температуре около 100–150°C для удаления остатков влаги. Сушка может проводиться на воздухе или в специальных сушильных установках. Уголь просеивают, чтобы удалить мелкие фракции, образовавшиеся в процессе кислотной обработки. Это позволяет обеспечить равномерную сорбцию и предотвращает забивание фильтрационных систем.

7) Контроль качества угля после кислотной регенерации

Проводится проверка основных параметров угля после кислотной регенерации:

- Сорбционная емкость по золоту: оценивается способность угля адсорбировать золото после обработки.
- Объем пор и удельная поверхность: проверяется восстановление пористой структуры угля после удаления загрязнений.
- Механическая прочность: проверяется степень износа угля после кислотной обработки. Слишком интенсивная кислотная обработка может привести к разрушению угля, что снизит его эффективность.

8) Повторное использование угля

После завершения всех этапов регенерации и проверки качества уголь может быть повторно введен в процесс сорбционного цианирования.

Регенерация угля кислотами может повторяться несколько раз, пока его сорбционная способность и механическая прочность остаются на достаточном уровне для эффективного извлечения золота.

После успешной регенерации уголь снова подается в сорбционные колонны или аппараты, где продолжает использоваться для сорбции золота из пульпы.

Процесс регенерации можно повторять многократно, но с каждым циклом способность угля к адсорбции и механическая прочность постепенно снижаются. В среднем уголь может использоваться в течение нескольких десятков циклов до полной замены.

5.7 Съём катодного осадка

Съём катодного осадка с электролизера проводится по завершении переработки одной партии. Для проведения съема издается приказ на основании которого определяется круг лиц, допускаемых на объект. Съём начинают со вскрытия шлюбов на крышке электролизной ванны (2 этаж) и сливного короба (1 этаж). Далее открывают струбины для слива раствора с электролизной ванны в нутч-фильтр. После слива основного раствора начинают разборку ванны: извлекают аноды, затем анодные камеры и катодные пластины тщательно промываются с помощью аппарата высокого давления. Затем промывается электролизная ванна и сливной короб.

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ СБРОСНОЙ ПУЛЬПЫ

Технология переработки золотосодержащих руд предусматривает использование процесса цианирования пульпы. В результате образуется цианид содержащая пульпа, высокая токсичность которой не позволяет сбрасывать её в хвостохранилище без обезвреживания. Данная пульпа имеет сложный состав, включающий твердую фазу и жидкую фазу, которая содержит не только растворенные различные цианистые соединения, но и другие токсичные компоненты: ионы тяжелых металлов, входящие, в основном, в растворимые цианистые комплексы, роданиды и др.

Наиболее распространенным методом очистки подобных сточных вод (пульп) является метод хлорирования. Это наиболее дешевый и надёжный метод. Этот метод более прост в аппаратном оформлении, может быть автоматизирован.

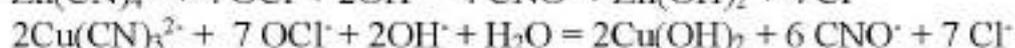
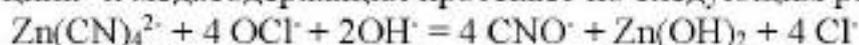
Процесс хлорирования цианидсодержащих хвостов основан на окислении токсичных соединений хлорсодержащим окислителем, обычно для этих целей используют гипохлорит кальция $\text{Ca}(\text{OCl})_2$. Окисляющим веществом в $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ является гипохлорит-ион (OCl^-).

При обработке отходов гипохлоритом окислительной деструкции подвергается практически весь комплекс токсичных цианидных соединений, содержащихся в хвостовых пульпах золотоизвлекательных фабрик, за исключением цианидных комплексов железа.

Окисление цианидов и тиоцианатов описывается уравнениями:



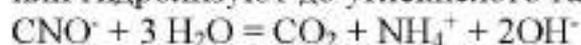
Окисление цианидных комплексов металлов в щелочной среде на примере цинк- и медьсодержащих протекает по следующим реакциям:



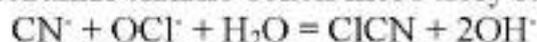
Образующиеся в процессе хлорирования цианаты (CNO^-) могут окисляться гипохлоритом до азота и углекислого газа:



или гидролизуют до углекислого газа и аммонийных соединений:



Процесс хлорирования проводят в щелочной среде с целью исключения образования сильно токсичного летучего соединения – хлорциана:



Образование и выделение хлорциана по реакции количественно начинается при pH ниже 9,8-10,0. В качестве подщелачивающего реагента, если его недостаточно в обезвреживаемых отходах, используют гидроксид кальция (известь).

Таким образом, при хлорировании из жидкой фазы выводятся практически все токсичные соединения.

В качестве основного обезвреживающего реагента на ЗИФ рекомендуется использовать гипохлорит кальция. В настоящее время этот реагент производят как в России (несколько предприятий химической промышленности) так и за рубежом. Технические характеристики гипохлорита разных производителей различаются в основном содержанием окисляющего вещества – «активного хлора». Рекомендуется использовать гипохлорит с содержанием «активного хлора» не менее 45%, отличающийся оптимальным соотношением затрат на тару и транспортировку. В частности, такой реагент выпускает ПО «Химпром», г. Усолье-Сибирское (Иркутская обл.) под маркой гипохлорит кальция санитарно-технической (ГКСТ) марки «А» (ТУ 2147-103-05742755-95). Реагент имеет следующие технические характеристики:

Внешний вид – порошкообразный продукт белого или слабоокрашенного цвета.

Массовая доля «активного хлора», % не менее 45.

Массовая доля воды, %, не более 4.

Массовая доля нерастворимого осадка, %, не более 12.

Для региона Казахстана более близкий поставщик гипохлорита кальция – Китай. Китайский гипохлорит кальция имеет следующие технические характеристики: активный хлор > 65%, H₂O - < 5%; крупность 0,25 – 2,3 мм.

Обезвреживание хлорагентами ведут при pH 10,5-11 до остаточной концентрации активного хлора в очищаемых растворах на уровне 10-15 мг/л, при этом содержание цианидов в растворе менее 1 мг/л. Остаточный «активный хлор» в растворе через 12-15 часов полностью разлагается за счет взаимодействия его с продуктами окисления цианидов-цианатами и аммиаком.

Расход хлорагентов на обезвреживание составляет 3 весовых части активного хлора (100% активности) на 1 весовую часть цианидов.

Технологическая схема процесса обезвреживания сбросной пульпы в хвостохранилище приведена на рисунке.



Рисунок . Технологическая схема процесса обезвреживания сбросной пульпы.

Аппаратурно-технологическая схема процесса обезвреживания сбросной пульпы приведена на рисунке .



Рисунок. Аппаратурно-технологическая схема процесса обезвреживания сбросной пульпы.

Спецификация оборудования установки для обезвреживания хвостов приведена в таблице 6.1.

Таблица - Спецификация оборудования установки для обезвреживания хвостов

№ позиции	Наименование оборудования	Характеристика	Количество
1	Бушкер приема гипохлорита	$V = 5 \text{ м}^3$	1
2	Чан для растворения гипохлорита	$V = 15 \text{ м}^3$	1
3	Чан для дозирования гипохлорита	$V = 15 \text{ м}^3$	1
4	Чан для обезвреживания	$V = 90 \text{ м}^3$	2
5	Хвостовой зумпф	$V = 15 \text{ м}^3$	1
6	Аварийный чан	$V = 90 \text{ м}^3$	1
7	Сгуститель	СЦ-50А1	1
8	Песковый насос	ПБ	2
9	Чан слива сгустителя	$V = 90 \text{ м}^3$	1
10	Циркуляционные насосы		10

В технологической схеме ЗИФ предусмотрен полный замкнутый цикл по использованию водных ресурсов и исключен сброс растворов в окружающие водоёмы. Пульпа после обезвреживания направляется на складирование в хвостохранилище, которое является единым производственным комплексом ЗИФ. Ложе хвостохранилища специально подготовлено и покрыто пленкой, исключаяющей какие-либо потери. Отстоявшаяся жидкая фаза в прудке-отстойнике хвостохранилища возвращается в бак технической воды в оборот на фабрику.

Согласно «Международному кодексу по работе с цианидами при добыче золота» устанавливаются критерии, которых следует придерживаться в отношении содержания цианида в оборотной воде, в технологическом процессе и в сбросах. В любых открытых водоемах с технической водой, доступных для наземных организмов (т.е. птиц, животных и человека), т.е. в прудах-отстойниках, хвостохранилищах и водохранилищах оборотной воды нельзя превышать концентрацию 50 мг/л для слабо кислого растворимых цианидов (CN_{WAD}). В мировой практике следуют еще одному критерию. По критерию для геобиоза уровень в 25 мг/л CN_{WAD} представляется достаточным для обеспечения безопасности и запаса для некоторых отклонений с сохранением предельного ограничения.

Таким образом, для складирования хвостов в хвостохранилище необходимо предусмотреть обезвреживание для снижения концентрации цианида до уровней, безопасных для местных животных и птиц и рекомендуемых международным документом Cyanide Management Code (менее 50 мг/л, предпочтительней менее 25 мг/л).

Требуемое время контакта цианидной пульпы с гипохлоритом кальция для обезвреживания 30-60 минут. Для унификации оборудования принимаем к установке один чан с двухуровневой мешалкой объемом 240 м³ (аналогичные чаны установлены в процессе выщелачивания золота), который обеспечит 2 часа контакта пульпы с гипохлоритом кальция.

Обезвреженная пульпа после детоксикации направляется в хвостохранилище.

Технологические параметры процесса хлорирования приведены в таблице.

Таблица – Основные технологические показатели процесса обезвреживания хвостовой пульпы

Наименование показателя	Значения
Количество поступающих хвостов сорбции, м ³ /час	50,0
Содержание твердого в хвостах сорбции, % вес.	40-45
Хлорирование	
Продолжительность хлорирования, ч	0,5
Показатель pH при обезвреживании, ед	10,5-11,2
Концентрация исходных растворов реагентов, г/л: «Активного хлора» в гипохлоритной пульпе, % гидроксида кальция (100 % CaO)	8,4-11,3 Фабричного приготовления
Расход реагентов на 1 т перерабатываемой руды, кг: «Активного хлора» в гипохлоритной пульпе гидроксида кальция (100 % CaO)	2,0 0,5
Обработка железным купоросом	
Продолжительность реагентной обработки, ч	0,25
Концентрация FeSO ₄ в исходном растворе, г/л	135,0
Расход реагентов на 1 т перерабатываемой руды, кг: FeSO ₄ * 7 H ₂ O (100 %) CaO (100 %)	4,5 0,5

СГУЩЕНИЕ ОТВАЛЬНЫХ ХВОСТОВ

Плотность пульпы в последнем агитаторе сорбции - 43,0-44,0%.

Расход реагентов на 1 т перерабатываемой руды гидроксида кальция (100 % CaO) - 0,5 кг.

Расход реагентов на 37 т/час перерабатываемой руды гидроксида кальция (100 % CaO) - 18,50 кг, или 0,0185 т/час или 0,444 т/час.

Для определения необходимой площади сгущения измельченной руды принимаем удельную нагрузку сгустителя по твердой фазе 0,4 т/м²*сутки

Необходимую площадь сгущения определяем по формуле:

$$S_{сг} = \frac{P}{g} = \frac{(880+0,444)}{0,4} = 2201 \text{ м}^2,$$

где: P – масса твердого в поступающей руде;

g – нагрузка сгустителя по твердой фазе.

По расчётной площади сгущения назначаем сгуститель марки СЦ-50А1, который имеет площадь осаждения 1963 м².

По Справочнику сгущённые продукты сгустителей отвальных шламов содержат до 50% твёрдого.

Передел сгущения пульпы состоит из следующего оборудования:

- сгуститель в количестве 1 штуки, внешний диаметр 55,3 м;
- насос песковый ПБ 160/20, в количестве 2 единиц

СКЛАДИРОВАНИЕ ХВОСТОВ

Обезвреженные до требований «Международного кодекса по работе с цианидами при добыче золота» хвосты являются техногенным сырьем и

размещаются в хвостохранилище, которое является неотъемлемой частью золотоизвлекательного комплекса. Ложе хвостохранилища покрыто защитными гидроизоляционными материалами (глина + пленка). Хвостохранилище сооружено в соответствии со всеми санитарными и экологическими требованиями, предотвращающими распространение хвостов за его пределы.

По периметру хвостохранилища должны быть сооружены наблюдательные скважины.

Плотность обезвреженных хвостов после добавки реагентов и транспортировки составит 37,7% твердого, количество хвостовой пульпы при этом составит ~ 77 м³/час.

Хвостовую пульпу после процесса выщелачивания сорбции и обезвреживания отправляют на хвостохранилище, где происходит разделение пульпы с образованием прозрачной дамбовой воды и осевших илов, накапливаемых на дне.

Пульпа из последнего пачука сорбции самотеком поступает в хвостовой зумпф через автоматический пробоотборник.

На хвостовом зумпфе объемом установлены два (один в работе, один – в резерве) пламовых насоса, оборудованные частотными преобразователями типа «ИРБИ» для регулирования производительности и поддержания постоянного уровня пульпы в зумпфе.

В хвостовом зумпфе установлены уровнемеры со звуковой и световой сигнализацией. На хвостовом пульпопроводе и на трубопроводе оборотной воды установлены манометры.

Переключение с одного хвостового насоса на другой осуществляется с помощью задвижек

Промывка хвостового пульпопровода возможна с помощью этих же насосов оборотной водой, которая подведена к зумпфу. После остановки пульпопровод продувается сжатым воздухом. В зимнее время пульпопровод освобождается от пульпы только с помощью воздуха.

Для исключения аварий на трубопроводах, особенно в зимнее время, на ЗИФ целесообразно иметь дизельный компрессор производительностью 6–10 м³/ч, который может работать при длительном отключении электроэнергии.

Оборотная вода, необходимая для ведения технологического процесса, насосами возвращается на ЗИФ, образуя внешний водооборот. Внутренний водооборот – возврат в процесс верхнего слива сгустителей.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ РЕАГЕНТОВ

При работе ЗИФ для ведения процесса гидрометаллургического извлечения золота из руды постоянно используются различные реагенты, растворы которых постепенно расходуются, требуют периодического приготовления и наличия в готовом виде.

Приготовление реагентов производится в реагентном отделении, отдельно стоящем здании

Реагента завозят на ЗИФ автомобильным транспортом, сыпучие реагенты складировать из расчета не менее трехсуточного запаса.

Растворение реагентов осуществляется в специальных баках, перемешивание производится за счет циркуляции раствора насосом и подачи воздуха. Во все растворные баки подается вода, острый пар и воздух. Баки оборудованы измерителями уровня и термометрами сопротивления. Каждый бак оснащен одним насосом без резервного, который должен быть в наличие и при необходимости может быть быстро заменен.

Загрузка в баки реагентов производится через приемные воронки, в которые для обмывания и снижения пыления подается вода. Воронки закрываются герметично и находятся под разрежением (отсос вентилятором).

Все расходные баки герметичны и имеют одинаковый объем с баками для растворения, снабжены переливными патрубками и измерителями уровня. Насос подачи реагента из растворного бака аппаратчик включает вручную, при срабатывании сигнала нижнего уровня в расходном баке.

Растворы цианистого натрия, щелочи (NaOH), серной кислоты готовят одинаковой 6 % концентрации, раствор полиакриламида – 0,1%. Концентрация растворов реагентов должна быть строго постоянной, т.к. дозирование в технологические операции осуществляют по расходомерам.

В технологии переработки сырья на ЗИФ применяются следующие основные реагенты.

1) Известь (комовая). Едкое вещество. Едкое вещество. Поступает в контейнерах, мешках или навалом. Разгружается в закрытое хранилище (бункер). Из бункера подается пневматическим питателем на конвейер, подающий руду на измельчение в МШР. Применяется в технологическом процессе в качестве защитной щелочи при растворении золота цианидным раствором.

Привозную известь разгружают в склад хранения извести измельчительного отделения. Известь подается в сухом виде на конвейер с рудой, которая поступает в мельницы.

Меры безопасности при работе с известью

При попадании пыли или раствора извести на слизистые оболочки глаз и органов дыхания вызывает раздражение и химические ожоги. Работать в средствах индивидуальной защиты в соответствии с инструкцией по охране труда.

2) Цианистый натрий (NaCN) ГОСТ 8464-79. Ограничение срока действия снято по протоколу № 2-92 Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации (ИУС 2-93). Издание (март 2002 г.) с изменениями № 1, 2, утвержденными в апреле 1981 г., ноябре 1987 г. (ИУС 6-81, 2-88). Сильнодействующее ядовитое вещество. ПДК паров цианида натрия в воздухе рабочей зоны производственных помещений - 0,3 мг/м³.

Цианид натрия относится к вредным веществам 2-го класса опасности по ГОСТ 12.1.007. Цианистый натрий негорюч, пожаро- и взрывобезопасен. В присутствии воды, кислот, углекислого газа он может выделять цианистый водород, являющийся горючим и взрывоопасным веществом. Область воспламенения цианистого водорода - 5,6 - 40 % (в объемных долях). Нижний температурный предел воспламенения - минус 31 °С, верхний - 3 °С. Температура воспламенения - 538 °С. Температура вспышки - минус 18 °С. При возникновении

пожара его следует тушить песком, кошмой, асбестовым полотном. Водой тушить запрещается.

Применяется в виде раствора для растворения золота. Поступает в Биг-Бегах массой 1 т, или бочках, раскупорка которых производится специальным устройством для вскрытия мешков. Сухой цианид поступает в чан с мешалкой для его растворения, в который предварительно добавлен гидроксид натрия. Концентрация цианида натрия в крепком приготавливаемом растворе 25%, рН раствора должен быть не менее 12. Для дозирования цианида используется насос-дозатор. На участке приготовления цианида должен быть установлен детектор паров цианида в воздухе.

После освобождения тары и использования предметов, загрязненных цианистыми солями, производят их обезвреживание или сжигание в котельной или инсинераторе.

Для обезвреживания готовят в емкости раствор, содержащий смесь из 100 % - ных растворов железного купороса и гашеной извести, причем раствор железного купороса берется в двойном количестве сравнительно с раствором извести. В этот раствор с обезвреживающим составом погружают тару и предметы, тщательно перемешивают в течение 30 минут, затем оставляют стоять еще 3 - 4 часа для полного обезвреживания тары. Обезвреживающий раствор, после получения анализа на отсутствие циана, направить в хвостовую пульпу.

3) Каустическая сода - гидроксид натрия (NaOH) ГОСТ 2263-79 (Межгосударственный стандарт). Едкое вещество. ПДК паров едкого натра в воздухе рабочей зоны производственных помещений - $0,5 \text{ мг/м}^3$. Едкий натр относится к вредным веществам 2-го класса опасности по ГОСТ 12.1.007. Применяется в виде раствора для корректировки рН при выщелачивании руды. Поступает в полиэтиленовых мешках, гранулированная, 98% активности.

Для раскупорки мешков с гидроксидом натрия также используется специальное устройство для вскрытия мешков. Раствор гидроксида натрия готовят в чане с мешалкой. Концентрация приготавливаемого раствора 20%. Из резервуара коллектором дозируют крепкий раствор в технологический процесс.

Участок приготовления растворов цианида натрия и гидроксида натрия должен иметь на нулевой отметке зумпф с насосом для сбора проливов и возврата их в соответствующие чаны.

4) Активированный уголь изготовлен из скорлупы кокосовых орехов. Не токсичен. Применяется для сорбционного извлечения растворенного золота из пульпы. Поставляется в полиэтиленовых мешках массой 500 кг. Размер гранул 8x16 меш. Удельная плотность сухого угля $0,80 \text{ т/м}^3$, влажного $1,37 \text{ т/м}^3$. Метод подачи угля в процесс - мешками.

5) Флокулянт ПАА-ГС с концентрацией 0,1% в растворном баке. Доза ПАА лежит в пределах $0,5 \dots 1,0 \text{ мг/дм}^3$ в пересчете на 100 %-й продукт.

Полиакриламид поступает на ЗИФ в виде белого гранулированного порошка в пластиковых мешках по 25 кг.

Перед началом растворения включают насос, открывают подачу воды и воздуха в бак. Залив в бак 5 м^3 воды засыпают 5 кг полиакриламида, раствор подогревают паром до температуры 60°C . При достижении нижнего уровня

раствора полиакриламида в расходном напорном баке закрывают подачу воздуха на перемешивание и включают насос.

Участок приготовления раствора флокулянта оснащён растворным баком с механической мешалкой; циркуляционным насосом; расходным баком; дозатором перед ступителем.

ПАА хранится в таре и растворяется в баках с механическими мешалками с числом оборотов вала 800-1000 в 1 мин. Срок хранения раствора ПАА не должен превышать 15 суток (при большом сроке хранения ПАА стареет). Водные растворы ПАА не обладают коррозионными свойствами и дозируются в воду с концентрацией 0,5-1%.

6) Реагент для обезвреживания цианидов – Гипохлорит кальция относится к веществу 2-го класса опасности и может транспортироваться всеми видами транспорта, за исключением авиации. Условия поставки гипохлорита изготовителем – в стальных барабанах, вместимостью 100 л с полиэтиленовым вкладышем или в стальных оцинкованных барабанах. Другие виды упаковки, в частности полиэтиленовые мешки, могут быть использованы при согласовании с изготовителем и транспортирующей организацией. Приготовление раствора гипохлорита кальция производится следующим образом: поставляемые стальные барабаны с гипохлоритом кальция вскрываются, реагент высыпается в бункер приема гипохлорита. Из бункера порошок реагента подается в чан для растворения. Растворение гипохлорита осуществляется оборотной водой, забираемой из системы гидротранспорта оборотного водоснабжения. Полученная гипохлоритная пульпа перекачивается в чан, из которого осуществляется ее дозирование насосами дозаторами на операцию обработки пульпы. Известь или гидроксид натрия для корректировки pH используют из основного процесса.

Приготовление каждого раствора реагентов производится в отделении, оборудованном вытяжной вентиляцией. Цианид и каустическую соду готовят в одном реагентном отделении.

7) Приготовление и дозирование раствора соляной кислоты.

Применяется для регенерации активированного угля. Соляная кислота перекачивается насосом в ёмкость растворения, для растворения до рабочей концентрации-10,0%. Далее 10-ти% кислота подается на кислотную промывку насосом в ёмкость кислотной промывки, куда подается вода для растворения до рабочей концентрации -3,0 %. Стоки после регенерации активированного угля направляются в ёмкость и далее перекачиваются насосом на установку обезвреживания.

Меры безопасности.

Соляная кислота является одним из сильнейших едких химических веществ, вызывающих тяжелые химические ожоги.

Соляная кислота не должна храниться в одном помещении с цианидом натрия и химическими веществами, бурно реагирующими с кислотой. При работе с реагентом необходимо принимать особые меры безопасности, предусмотренные в инструкциях по охране труда.

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ПОТРЕБЛЕНИЕ ВОДЫ

Исходные данные для расчета водного баланса:

- влажность руды % - 5,0;
- влажность отвальных хвостов ЗИФ в хвостохранилище, % - 70.

Водно-шламовая схема процесса переработки руды, в том числе участка измельчения и классификации, приведена в таблице 10.1.

Таблица – Водно-шламовая схема процесса (без учета расхода воды на сальники, смывы полов и другие хозяйственно-бытовые нужды)

Продукты	Выход, %	Qтв., т/час	тв.%	Объем, м3/час		
				тв	вода	пульпа
Первая стадия измельчения						
1 Входит:						
руда	100	37	95	13,91	0,73	14,64
вода					5,23	5,23
ИТОГО	100	37	70	13,91	5,96	19,87
2 Выходит:						
разгрузка мельницы	100	37	70	13,91	5,96	19,87
ИТОГО	100	37	70	13,91	5,96	19,87
Классификация в гидроциклонах						
1 Входит:						
разгрузка мельницы 1 ст. изм.	100	37	70	13,91	5,96	19,87
разгрузка мельницы 2 ст. изм.	250	92,5	65	34,78	20,73	53,51
вода					46,40	46,40
ИТОГО	350	130	40,8	48,87	70,91	119,78
2 Выходит:						
слив гидро- циклона	100	37	19,90	13,91	56,00	69,91
пески гидро- циклона	250	92,5	70	34,78	14,91	49,69
ИТОГО	350	130	40,8	48,87	70,91	119,78
Вторая стадия измельчения						
1 Входит:						
пески гидро- циклонов	250	92,5	70	34,78	14,91	49,69
Вода					5,82	5,82
ИТОГО	250	92,5	65	34,78	20,73	53,51
2 Выходит:						
разгрузка мельницы 2 ст. изм.	250	92,5	65	34,78	18,73	53,51

Продукты	Выход, %	Qтв., т/час	тв. %	Объем, м3/час		
				тв	вода	пульпа
ИТОГО	250	92,5	65	34,78	18,73	53,51
Стушение						
1 Входит:						
слив гидроциклона	100	37	19,90	13,91	56,00	69,91
ИТОГО	100	37	19,90	13,91	56,00	69,91
2 Выходит:						
разгрузка сгустителя	100	37	40	13,91	20,87	34,78
слив сгустителя					35,14	35,14
ИТОГО	100	37	19,90	13,91	56,00	69,91
Сорбционное выщелачивание						
1 Входит:						
разгрузка сгустителя	100	37	40	13,91	20,87	34,78
ИТОГО	100	37	40	13,91	20,87	34,78
2 Выходит:						
хвосты	100	37	43	13,91	18,44	32,35
промводы					2,43	2,43
ИТОГО	100	37	38	13,91	20,87	34,78
Обезвреживание						
1 Входит:						
хвосты CN-содержащие	100	37	38	13,91	20,87	34,78
ИТОГО	100	37	38	13,91	20,87	34,78
2 Выходит:						
хвосты обезвреженные	100	37	38	13,91	20,89	34,78
ИТОГО	100	37	38	13,91	20,89	34,78
Стушение отвальных хвостов						
1 Входит:						
хвосты обезвреженные	100	37	38	13,91	20,89	34,78
ИТОГО	100	37	38	13,91	20,89	34,78
2 Выходит:						
разгрузка сгустителя отвальных хвостов	100	37	44	13,91	17,70	31,61
потери					3,17	3,17
ИТОГО	100	37	40,00	13,91	20,89	34,78
Хвостохранилище						
1 Входит:						

Продукты	Выход, %	Qтв., т/час	тв.%	Объем, м ³ /час		
				тв	вода	пульпа
разгрузка сгустителя	100	37	40,00	13,91	20,89	34,80
ИТОГО	100	37	40,00	13,91	20,89	34,80
2 Выходит:						
Шламы от- вальных хво- стов	100	37	41,00	13,91	20,00	33,91
слив					0,87	0,87
ИТОГО	100	37	40,00	13,91	20,89	34,78

Общий расход воды на производственные нужды ЗИФ составит 58,18 м³/час. Внутрифабричный оборот (слив сгустителя) составляет 41,6 м³/час.

Потребление свежей воды 16,58 м³/час, что соответствует удельной норме потребления 0,45 м³ на тонну перерабатываемой руды.

На ЗИФ расход воды на приготовление реагентов, на десорбцию и электролиз составляет 0, 2 м³ на тонну перерабатываемой руды.

Суммарная норма потребления воды составляет 0, 47 м³ на тонну перерабатываемой руды.

На стадии проектирования при расчете полного водопотребления на ЗИФ следует учесть потребление воды на сальники насосов, на хозяйственно-бытовые нужды и гидрометеорологические условия для хвостохранилища.

УДЕЛЬНЫЕ НОРМЫ РАСХОДА РЕАГЕНТОВ, ЭНЕРГОРЕСУРСОВ И МАТЕРИАЛОВ

Нормы расхода реагентов, материалов и энергоресурсов на переработку 1 т. руды приведены в таблице 11.1.

Таблица - Нормы расхода реагентов, материалов и энергоресурсов на переработку 1 т руды

№ п/п	Наименование реагентов, материалов и энергоресурсов	Ед. изм	Удельный расход
Реагенты и материалы			
1	Цианид натрия	кг/т	0,62
2	Гидроксид натрия	кг/т	0,35
3	Гипохлорит кальция	кг/т	2,0
4	Железный купорос	кг/т	4,5
5	Известь негашеная	кг/т	2,0
6	Сода кальцинированная (100%)	кг/т	0,17
7	Уголь активированный	кг/т	0,15
8	Соляная кислота (37%)	кг/т	0,1
9	Бура безводная (100%)	кг/кг ГП	0,5
10	Натрий азотнокислый (100%)	кг/кг ГП	0,05
11	Азотная кислота (100%)	кг/т	0,1
12	Известь (90%)	кг/т	3,0
13	Полиакриламид	кг/т	0,02
14	Шары помольные Ø 100 мм	кг/т	1,40
15	Шары помольные Ø 60 мм	кг/т	1,10
16	Футировка мельниц	кг/т	0,2

17	Брони спиралей классификаторов	кг/т	0,01
18	Футеровка (брони) дробилок	кг/т	0,02
19	Лента транспортерная	м ² /т	0,011
20	Решета грохотов	шт./год	200
21	Электрическая энергия	кВт/ч/т	23,0
22	Сульфаминовая кислота	кг/кг ГП	0,6
23	Гидразин	кг/кг ГП	0,5
24	Крафт-бумага	кг/кг ГП	1

БАЛАНС МЕТАЛЛА

При переработке золотосодержащего сырья на фабрике конечными продуктами переработки являются сплав Доре и отвальные хвосты.

Фабрика будет перерабатывать руду месторождения Верхне-Андасайское. Заказчиком определены годовые объемы переработки сырья - 300 тыс. тонн, содержание золота в сырье - 2,5 г/т.

В таблице 42 приведены показатели извлечения золота, рассчитанные на основании определенных Заказчиком вида сырья, объемов переработки, содержания золота в сырье и технологических показателей по Технологический Регламент переработки руды на ЗИФ «Андасай». На основании полученных данных и результатов работы аналогичных предприятий принимаем для расчета баланса металла следующие показатели:

- содержание золота в твердой фазе хвостов выщелачивания с учетом перехода к промышленным условиям 0,1 г/т;

- содержание золота в жидкой фазе хвостов сорбционного цианирования (в жидкой фазе отвальных хвостов) 0,1 г/м³.

Баланс по золоту по проектируемой ЗИФ сведён в табл. 12.1.

Таблица 12.1 – Баланс по золоту по проектируемой ЗИФ

№ п/п	Стадия	Ед. изм.	Содержание	Au	Извлечение
		т/год	Au, г/т	г/год	%
Сорбционное выщелачивание					
1	Вход:				
	руда	300000	2,5	750000	97,21
	Уголь регенер.+свежий			21560,5	2,79
	Всего	300000		771561	100
2	Выход:				
	тв.фаза хвостов	300000	0,1	30000	3,93
	ж.фаза хвостов	391459	0,1	39145,9	5,12
	уголь насыщен.	445,59	1500	668380	87,46

№ п/п	Стадия	Ед. изм.	Содержание	Аи	Извлечение
		т/год	Аи, г/т	г/год	%
	уголь разрушенный	22,69	1500	34035	4,45
	Всего			771561	100
Десорбция и регенерация					
1	Вход:				
	уголь насыщенный	445,59	1 499,99	668380	100,00
	Всего			668380	
2	Выход:				
	сплав Доре			628277	94
	уголь регенер.	445,59	48,39	21560,5	5,50
	потери при переработке угля			18542,3	0,5
	Всего			668380	100
Итого по процессу					
1	Вход:				
	руда	300000	2,5	750000	100
	Всего			750000	
2	Выход:				
	сплав Доре			628277	83,77
	тв.фаза хвостов	300000	0,1	30000	4,00
	ж.фаза хвостов	391459	0,1	39145,9	5,22
	уголь разрушенный	22,69	1500	34035	4,54
	потери при переработке угля			18542,3	2,47
	Всего			750000	100

Настоящим Технологическим регламентом расчётным путём получено сквозное извлечение золота в виде сплава Доре на уровне 83,77%.

КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ

Технологический процесс извлечения золота из руды включает следующие основные операции:

- 1) рудоподготовку;
- 2) сорбционное цианирование измельченной руды;

- 3) обезвреживание цианидов в хвостовой пульпе;
- 4) складирование хвостов в хвостохранилище;
- 5) переработку насыщенного угля с получением конечной товарной продукции.

. Концептуальное управление технологическими процессами ЗИФ

Золотоизвлекательной фабрики - предназначена для обработки 37 т/ч в цикле измельчения и цианирования с последующей сорбцией на уголь, и 90 т/ч в цикле дробления.

Для контроля и управления ЗИФ рекомендуется использовать Систему диспетчерского контроля и сбора данных (SCADA) на базе компьютера (ПК), либо другую систему. Зоны фабрики представлены графически на отдельных экранах. На каждом экране отображаются все приводы и контрольно-измерительные приборы (КИП), расположенные в данной зоне, с указанием состояния приводов и текущих значений данных контрольно-измерительных приборов. На экране представлена подробная информация обо всех значениях, состояниях приводов, аварийных сигналах или индикаторах, отображаемых на экране, а также раздел с описанием всех значений или параметров настройки, позволяющих оператору осуществлять контроль.

Как правило, оператор осуществляет пуск/остановку с помощью одного нажатия клавиши или кнопки мыши в системе SCADA. После этого ПЛК запускает или отключает приводы. В некоторых частях, таких как Водоснабжение, Реагенты, Регенерация и Плавиальная, оператор либо запускает приводы по отдельности с помощью SCADA, либо включение приводов производится на месте.

Экран SCADA используется для контроля и управления технологическим оборудованием, блокировкой электродвигателей и рабочим состоянием приводов. Различные зоны фабрики представлены графически на отдельных экранах. На каждом экране отображаются основное оборудование, клапаны и контрольно-измерительные приборы, расположенные в данной зоне. На том же экране указываются состояние приводов, клапанов и текущие контрольные значения контрольно-измерительных приборов. Аварийные сигналы появляются и отображаются в специально выделенной для этого части экрана.

Более подробная информация об отдельных экранах представлена в описании каждой зоны фабрики. В описании экрана содержится раздел «Характеристики экрана», в котором подробно описаны все контуры управления, состояния приводов, аварийные сигналы или индикаторы, отображаемые на экране, а также раздел «Средства управления», в котором описаны все значения или параметры настройки, позволяющие осуществлять контроль.

Для аварийной остановки все конвейеры должны быть оборудованы шнуровыми выключателями по всей своей доступной длине.

В ячейках щита управления необходимо установить средства блокировки каждого привода для технического обслуживания.

В пусковых устройствах электродвигателей мельниц и конвейеров должны быть предусмотрены задержка времени запуска и звуковая сирена предупреждения.

Краны и подъемные устройства с электрическим приводом будут оборудованы портативной клавишной панелью дистанционного управления, и при движении крана будет непрерывно звучать звуковая сирена.

Все насосы разливов будут оборудованы реле уровня отстойника для автоматического запуска или остановки насосов.

Все всасывающие и нагнетательные клапаны насосов для откачивания пульпы и раствора оснащены пневматическим приводом и бесконтактными выключателями.

Реагенты

Все рабочие и резервные насосы для дозировки реагентов оборудованы приводами с переменной скоростью. Скорость насоса (число оборотов в минуту) устанавливается оператором вручную в системе SCADA в зависимости от потребностей фабрики.

Все баки для реагентов оснащены датчиками уровня, соединенными с дозировочными и/или перекачивающими насосами. При аварийно низком уровне в баках насосы будут отключены во избежание работы всухую.

Все перекачивающие трубопроводы оборудованы предохранительными клапанами для возврата в бак в случае, если давление на линии превышает заданное значение.

Воздухоснабжение фабрики

Основной частью эрлифтной установки является насос-эрлифт, представляющий собой погруженную в воду вертикальную трубу, с нижней стороны которой подводится сжатый воздух. Смесь воды и пузырьков непрерывно подаваемого воздуха в вертикальной трубе легче окружающей воды, из-за чего смесь начинает двигаться по направлению вверх, а с нижней стороны трубы образуется новая смесь воздуха и воды.

Высота подачи эрлифтом жидкости заданного удельного веса пропорциональна глубине погружения и зависит от концентрации воздуха в смеси:

$$H = H_{\pi} \left(\frac{\rho}{\rho_{\text{см}}} - 1 \right)$$

Глубину погружения принято выражать в процентах полной высоты трубы эрлифта:

$$(H_{\pi})_{\%} = \frac{H_{\pi}}{H + H_{\pi}} 100\%$$

Для систем с высокой производительностью используются роторные воздуходувки РУТС. Подобные воздуходувки также применяются и для нагнетательных и для вакуумных систем, но способны обеспечить намного больший поток по сравнению с вихревыми моделями.

Воздуходувки роторного типа чаще всего применяются на стационарных системах транспортировки и могут обеспечивать производительность по воздуху до 10 000 м³/час.

Водоснабжение

Все баки для воды оснащены датчиками уровня, соединенными с насосами. При аварийно-низком уровне в баках насосы будут отключены во избежание работы всухую.

Бак для питьевой воды оборудован датчиком уровня и регулятором, которые при аварийно-высоком уровне в баке отключат насос, подающий питьевую воду в бак.

Сигнализация, регистрирующая низкий уровень во всех баках, отображается в системе контроля.

Все перекачивающие трубопроводы оборудованы предохранительными клапанами для возврата в бак в случае, если давление на линии превышает заданное значение.

Контроль технологических параметров

Учет количества исходной руды, поступающей на ЗИФ, продуктов всех технологических переделов, находящегося в них золота, осуществляется в соответствии с инструкцией по составлению товарного баланса.

Рудоподготовка

Проектом предусмотрен весовой учет поступающих руд. Для учета количества поступающего на фабрику золота отбирают пробы измельченной руды после дробления, на линии питания рудного склада, и на линии питания МШР, с использованием автоматических конвейерных весов. Пробы на содержание влаги объединяются в сменную пробу, которая разделяется по стандартной методике и направляется на определение влажности. Содержание золота определяют атомно-абсорбционным методом, контроль анализа осуществляют пробирным методом. Проводят контроль степени дробления и измельчения.

Сорбционное выщелачивание золота

В процессе выщелачивания необходим контроль содержания золота в измельченном сырье, крупности измельченного сырья, поступающего в процесс, содержания твердого в пульпе, концентрации цианида натрия в жидкой фазе пульпы, содержания кислорода и pH. Для измерения и регулирования уровней цианида и pH в чанах выщелачивания рекомендуется использовать онлайн-анализатор ТАС 1000. Дополнительно, при необходимости концентрацию цианида натрия можно определять по стандартной методике титрованием азотнокислым серебром. Для контроля pH используют стационарные pH-метры.

Производится контроль содержания цианида натрия в концентрированном растворе, подаваемом в процесс.

В цехе сорбционного цианирования и реагентном отделении постоянно ведется контроль за концентрацией цианистого водорода в воздухе рабочей зоны с помощью газоанализатора - детектора газа Drager CN. При превышении ПДК ($0,3 \text{ мг/м}^3$) подается звуковой сигнал сиреной.

Концентрацию растворенного золота в жидкой фазе пульпы цианирования и хвостов сорбции определяют атомно-абсорбционным методом.

Ведется контроль содержания активированного угля в пульпе при сорбционном извлечении растворенного золота, содержания золота в насыщенном

угле. Производится учет массы насыщенного, регенерированного и свежего угля, а также количества золота в насыщенном и регенерированном угле.

Контролируется содержание золота в твердой и жидкой фазах хвостов сорбции и отвальных хвостах, содержание твердого в пульпе. Производится учет массы золота в отвальных хвостах.

Периодически в жидкой фазе пульпы цианирования определяют содержание металлов-примесей. Концентрацию металлов-примесей в жидкой фазе пульпы, руде и хвостах можно определить методом ICP-спектрометрии, либо атомной абсорбцией.

Контроль и учет движения золота по технологической схеме осуществляют с учетом среднесуточных содержаний золота в продуктах переработки.

Контроль процесса сорбции:

- После каждого аппарата проводится анализ содержания золота в растворе для контроля эффективности извлечения на каждом этапе. Золото, связанное углем, постепенно извлекается, и его концентрация в растворе уменьшается.

- С увеличением насыщенности угля его замещают свежим углем, а насыщенный уголь отправляется на стадию десорбции.

В каждый пачук загружается расчётное количество активированного угля, которое обеспечивает сорбцию золота не менее 86,5 %.

Насыщенный уголь отделяется от пульпы на виброгрохоте и поступает в отмывочную колонну для удаления илов и щепы. Отмытый от илов

золотосодержащий уголь направляется на в колонну десорбции. Объём колонны десорбции составляет 3 м³. Раствор после промывки угля направляется обратно в пачук сорбции.

Хвостовая пульпа после контрольного грохочения на барабанном (или вибрационном) грохоте поступает на обезвреживание и сбрасывается в хвостохранилище.

Карта контроля технологического процесса приведена в таблице 13.1.

Таблица – Карта контроля технологического процесса

Стадия процесса	Наименование продукта	Контролируемые параметры	Метод измерения	Периодичность контроля
Дробление	Исходная руда	Масса Влажность Сод-ние Au	Весовой -" Атомная абсорбция, (пробирный)	Постоянно с конвейерной ленты отбираются пробы, формируется сменная проба.
Шаровое измельчение	Разгрузка мельницы	Содержание твердого	Плотномер	Постоянно
		Содержание класса -0,071мм рН жидкой фазы пульпы	Ситовой анализ рН метр	Через 2 часа Постоянно

Стадия процесса	Наименование продукта	Контролируемые параметры	Метод измерения	Периодичность контроля
Классификация в гидrocиклонах	Питание, слив, пески	Содержание твердого	Плотномер	Постоянно
		Содержание класса -0,071мм	Ситовой анализ	Через 2 часа
		pH жидкой фазы пульпы	pH метр	Постоянно
Стушение, слива ГЦ	Питание, разгрузка сгустителя	Содержание твердого	Плотномер	Постоянно
		Содержание класса -0,071мм	Ситовой анализ	Сменная проба
	Слив сгустителя	Объем	Расходомер	Постоянно
		Содержание Au	Атомная абсорбция (пробирный)	Сменная проба
Предварительное цинкование	Пульпа Жидкая фаза пульпы Воздушная среда	Объем	Расходомер	Постоянно
		Содержание твердого	Весовой	Сменная проба
Сорбционное выщелачивание	Чаны сорбционного выщелачивания	Плотность	Плотномер	Постоянно
		Расход пульпы	Расходомер	-«-
	Воздушная среда	Конц. NaCN	Титриметр.	Каждые 4 часа
		pH	pH-метр	Постоянно
	Воздушная среда	Au	Атомно-абсорбцион.	Каждые 4 часа
		Примеси металлов	-«-	1-2 раза в месяц
	Воздушная среда	Конц. HCN	Прибор-анализатор	Постоянно
		Чаны сорбционного выщелачивания	Концентрация в пульпе активированного угля	Весовой
	Чаны сорбционного выщелачивания		Масса	Объемно-весовой
		Регенерированный (свежий) активированный уголь, загружаемый в последний чан	Содержание золота	Атомно-абсорбционный (пробирный)
Масса	Объемно-весовой		По процессу	
Насыщенный активированный уголь	Содержание золота	Атомно-абсорбционный (пробирный)	При выгрузке из головного чана	
	Содержание золота в твердой фазе	Атомно-абсорбционный (пробирный)	Сменная проба	
Пульпа хвостового чана	Содержание золота в жидкой фазе	Атомно-абсорбционный	-«-	

Стадия процесса	Наименование продукта	Контролируемые параметры	Метод измерения	Периодичность контроля
		Содержание золота	Атомно-абсорбционный	Каждые 4 часа
Десорбция золота с насыщенных углей, регенерация и электролиз	Массовая концентрация золота в товарном элюате	Содержание золота	Пробирный	Каждые 8 часа
	Содержание золота на золотосодержащем угле, кг/т	Содержание золота	Пробирный	Каждые 8 часа
	Содержание золота в обеззолоченном угле, кг/т	Содержание золота	Титриметрический	Каждые 8 часа
	Массовая концентрация гидроксида натрия в элюате, г/л	значение	Потенциометрический способ с использованием стеклянного электрода ЭСП-04-14	Непрерывно
	Значение pH в растворе кислотной обработки	значение	Потенциометрический способ с использованием стеклянного электрода ЭСП-04-14	Непрерывно
	Значение pH в растворе отмывки кислоты	значение	манометр	Непрерывно
	Давление в процессе десорбции, кПа	значение	Индукционный расходомер	Непрерывно
	Скорость циркуляции растворов между колонной и электролизером м ³ /час	значение	амперметр	Непрерывно
	Сила электрического тока на электролизере, А	значение	Атомно-абсорбционный	каждые 8 час
	Массовая концентрация золота в обеззолоченном растворе, г/м ³	значение	Термопара ХА со вторичным прибором	Непрерывно
	Температура в печи реактивации, °С	значение	весовой	Каждый час
Массовый поток угля, кг/ч	Плотность Расход pH	Плотномер Расходомер pH-метр	Постоянно -«- -«-	

Стадия процесса	Наименование продукта	Контролируемые параметры	Метод измерения	Периодичность контроля
		ОВП Содержание золота в жидкой и твердой фазах пульпы Содержание CN_{WAD} , SCN^- в жидкой фазе пульпы	Высокоомный преобразоват. Атомно-абсорбционный (пробирный) Колориметрический	-«- Сменная проба -«-
Детоксикация цианидов в хвостах	Хвостовая пульпа	Конц. NaCN, рН Конц. CaO Конц. HCN	Титриметр. РН-метр Титриметр. Прибор-анализатор	После приготовления Постоянно
Приготовление реагентов	Крепкий р-р NaCN Известковое молоко Воздушная среда	Концентрация NaOH, NaCN	Титриметр.	Будет определено при испытаниях
Абсорберы для поглощения HCN из газовой среды вентиляционной системы	Поглощающие растворы NaOH			

удовлетворения оперативных нужд ЗИФ. Ремонтно-монтажные площадки должны быть расположены в зоне действия подъемно-транспортного оборудования, установленного в соответствии с требованиями «Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов».

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

№ п/п	Наименование оборудования	Характеристика
1	2	3
1	Бункер приёмный	Габаритные размеры, мм - 4000x3000x3000. Объем 36 м³. Колосниковая решётка, размер ячеек 350x350 мм
2	Пластинчатый питатель	Редуктор BWD5-43-7.5/6P, Эл.двиг. 7,5 кВт, 1325x518x675, Q=56 т/час
3	Щековая дробилка, СМД-110	Размер куска исходного материала, наибольший, мм – 500.

№ п/п	Наименование оборудования	Характеристика
1	2	3
		Ширина разгрузочной щели, мм - 75-130. Производительность, м ³ /ч - 58-104 Мощность двигателя, кВт – 75; габаритные размеры 3000х2500х2600; масса дробилки без двигателя, т – 18,7
4	Грохот ГИТ-32	Крупность кусков питания, не более, мм – 150. Размеры просеивающей поверхности ширина, мм – 1250; длина, мм – 2600. Масса колеблющейся части грохота, кг – 1720. Электродвигатель мощность, кВт – 11.
5	Ленточный электро-магнитный сепаратор ДШСл-080-140/А-У1	Ширина зоны сепарации – 1200 мм. Максимальная глубина зоны сепарации – 250 мм. Индукция магнитного поля на поверхности ленты шкивного сепаратора – регулируемая 0-250 мТл. Потребляемая мощность, не более 28,75 кВт. Напряжение питания - ~50Гц 380В. Габаритные размеры сепаратора, мм – 4000*2978*7700. Масса сепаратора – 4200 кг.
6	Ленточный конвейер, TD75-650	Ширина ленты, мм – 650; длина конвейера, м – 20,857 высота подъема, м – 3,757 скорость ленты, м/сек – 1,2; производительность 131 т/час; мощность двигателя, кВт – 7,5
7	Конусная дробилка, КСД-1200ГР	Размер куска исходного материала, наибольший, мм – 150. Ширина разгрузочной щели, мм - 20-50. Производительность, м ³ /ч - 83-125. Мощность двигателя, кВт – 75.
8	Ленточный конвейер, TD75-650	Ширина ленты, мм – 650; длина конвейера, м – 25,835; высота подъема, м – 6,862; скорость ленты, м/сек – 1,2; производительность 131 т/час; мощность двигателя, кВт – 7,5
9	Конусная дробилка КМД-1750Т	Размер куска исходного материала, наибольший, мм – 70 мм. Ширина разгрузочной щели, мм - 5-15. Производительность, м ³ /ч - 85-110. Мощность двигателя, кВт – 160.
10	Ленточный конвейер, TD75-650	Ширина ленты, мм – 650; длина конвейера, м – 25,835; высота подъема, м – 6,862; скорость ленты, м/сек – 1,2; производительность 131 т/час; мощность двигателя, кВт – 7,5

№ п/п	Наименование оборудования	Характеристика
1	2	3
11	Грохот ГИС-51	Размер просеивающей поверхности, мм, ширина, длина - 1750x5000. Габаритные размеры колеблющейся части грохота, мм - 5700x2420x1230. Масса грохота (без привода), кг - 3300.
12	Бункер дробленой руды	Габаритные размеры, мм - 4000x3000x3000, Объем 36 м ³ .
13	Ленточный конвейер, TD75-650	Ширина ленты, мм - 650; длина конвейера, м - 10,571; высота подъема, м - 3,231; скорость ленты, м/сек - 1,2; производительность 131 т/час; мощность двигателя, кВт - 7,5
14	Мельница шаровая МШР 2,7 x 3,6 (2 шт.)	Крупность помола на выходе, мм 0,3 - 0,074 Производительность, т/час 60-12,8 Мощность двигателя, кВт 400
15	Классификатор спиральный КСН-15x82 (2 шт.)	Производительность наибольшая, т/час по пескам/по сливу - 120/23. Мощность электродвигателя привода спирали, кВт - 7.5. Диаметр спирали, мм - 1500. Количество спиралей - 1. Длина корыта, мм - 8200. Угол наклона, град. - 18. Габаритные размеры, не более, мм, ДxШxВ - 10360x1775x2920. Масса, не более, кг - 11300.
16	Мельница шаровая МШР 2,1x4	Крупность помола на выходе, мм 0,3 - 0,074 Производительность, т/час* 27,5 -8,8 Мощность двигателя, кВт* 280
17	Зумпф песковый	Габаритные размеры, не более, мм, ДxШxВ - 2000x3000x1500, Объем - 9м ³ ,
18	Песковые насосы, ПБ 160/20 (6 шт.)	Подача - 160 м ³ /ч. Напор - 20 м. Рабочая зона по подаче - 80-180 м ³ /ч. Мощность приводного эл. дв. - 30 кВт. Масса насоса, кг - 578.
19	Стуитители с центральным приводом, NZS-10	Диаметр стуитителя, м - 10,2; глубина чана в центре, м - 3,0; период вращения скребкового механизма, мин - 17; 26; 38; мощность электродвигателя по 3,0 кВт; частота вращения двигателя, об/мин - 1000; габаритные размеры - 10216x6325
20	Гидроциклоны ГЦП-350 (2 шт.)	Производительность, м ³ /ч - 90. Давление на вводе, Мпа - 0,03 0,25. Крупность твердого в пульпе, не более, мм - 25. Внутренний диаметр, мм - 350. Размер питающего отверстия, мм - 100 x 100.

№ п/п	Наименование оборудования	Характеристика
1	2	3
		Размер сливного отверстия, мм -140 x 140. Габаритные размеры Д×Ш×В мм: 720x540x1595. Масса наибольшая, кг – 400.
21	Грохот дуговой ГД-1-2	Объемная производительность по потоку до 150 м ³ /час. Вибратор – ИВ-107Н. Габаритные размеры, мм - 2280*1340*2560. Масса – 1450 кг.
22	Головные пачуки (3 шт.) цианирования	Габаритные размеры, мм - Ø6500x7000. Объем - 260 м ³ .
23	Чаны для сорбционного цианирования (8шт.)	Объем - 140 м ³ .
24	Песковый насосы, ПБ 250/28 (2 шт.)	Подача (м ³ /час) – 250. Напор (м) – 28. Потребляемая мощность (кВт) – 55. Масса (кг) – 625.
25	Чаны для воды	
26	Смеситель реагента, 4/30С-АН	Мощность электродвигателя – 9 кВт; объем – 1,76 м ³ ; габаритные размеры – 1200x1200x1200
27	Система десорбции и электролиза типа GKJD-1000	Производительностью по руде 500-100 т/сутки, с содержанием золота в ней 2-8 г/т. Рабочая температура электролиза - 150°С. рН среды (электролита) – 13,5. Давление в резервуаре десорбции – 0,5 Мпа. Давление в электролизёре – 0,45 МПа.
28	Погружные насосы, ХРА 50/50	Напор – 38 м. вод. ст.; производительность – 60 м ³ /час; мощность электродвигателя – 22 кВт; габаритные размеры – 725x482x491
29	Воздуходувка Рутса, ZHSR-200	Габаритные размеры – 1800x1100x1450; Мощность электродвигателя – 90 кВт; Частота вращения – 1475 об/мин.; избыточное давление – до 900 бар
30	Плавильная печь, WGR-2-30	Потребляемая мощность – 30 кВт; вес – 90 кг.; габаритные размеры – 700x500x970
31	Желоб с мельницы на конвейер	
32	Кран мостовой электрический общего назначения	Грузоподъемность – 2,0 т; высота подъема 13,0 м; мощность двигателя передвижения тележки – 3,1кВт, крана 6,5x2 кВт
33	Циклон для сбора пыли, RAD 100-630-T80-1.5/6-GP-2	В комплекте с бункером для аспирационных отходов над дробилкой РЕХ 250x1000, вентилятор – 7200 м ³ /час; зонг вытяжной – 100x800

№ п/п	Наименование оборудования	Характеристика
1	2	3
34	Циклон для сбора пыли, RAD 100-800-T80-4/8-GP-4	В комплекте с бункером для аспирационных отходов над дробилкой PEX 400x600, вентилятор – 16300 м ³ /час; зонт вытяжной 2 шт. – 1200x1100

6. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ

Объемно планировочные решения приняты исходя из особенностей и требований технологии объекта.

Перечень основных зданий (объектов):

- дробильное отделение (открытого типа);
- цех гравитации и цианирования;
- золотоприемная касса
- административное здание с приборно-аналитической лабораторией;
- склад вспомогательных материалов;
- контрольно-пропускной пункт;
- емкость для технической воды;
- хвостохранилище.

6.1. Проектируемые объекты золотоизвлекательной фабрики

1. Корпус гравитации и цианирования имеет в плане Г-образную форму. Габариты размера корпуса в осях составляет _____.

Здание двухуровневое. На первом уровне располагается цех измельчения, цех сгущения, цех выпелачивания. На втором уровне 8 металлических площадок на разных уровнях переходящих по металлической лестнице. Металлическая площадка ПМ-1 +8,130; металлическая площадка ПМ-2 + 7,530; металлическая площадка ПМ-3 +6,930; металлическая площадка ПМ-4 +6,330; металлическая площадка ПМ-5 +7,830; металлическая площадка ПМ-6 +7,230; металлическая площадка ПМ-7 +6,630; металлическая площадка ПМ-8 +6,030. Общая высота здания – 13,335м. Здание запроектировано из металлического каркаса с заполнением из сэндвич панелей. Окна из металлопластика, ворота металлические с калиткой.

2. ЗПК

3. АБК с ПАЛ

4. Склад сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ) – имеет прямоугольную в плане форму с габаритными размерами в осях 20,0x12,0м. Одноэтажное здание ангарного бескаркасного типа, в осях. В здании располагается склад СДЯВ и склад прекурсоров. Общая высота здания – 6,01м.

4. Склад вспомогательных материалов, ремонтная мастерская – контейнерного типа – 40футовый морской контейнер. КПП – 10 футовый морской контейнер.

6.2. Отделочные материалы и детали ограждающих конструкций

Проектом предусматривается, при строительстве здания, использовать современные сертифицированные отделочные материалы.

Цоколь, ступени и полы площадок перед входными тамбурами – плитка из керамогранита.

Окна – металлические с глухими заполнением.

Наружные стены – стеновые сэндвич панели.

Кровля – сэндвич панели.

6.3. Внутренняя отделка помещений

Во внутренней отделке применяются высококачественные, долговечные и экологически чистые материалы, разрешенные органами Госэпиднадзора, легко поддающиеся гигиенической обработке и отвечающие противопожарным требованиям.

Полы в санузлах – керамическая плитка 300x300мм.

Полы в технических помещениях – бетонные с железнением, в складских помещениях – наливные.

Стены – сэндвич панели, во влажных помещениях (санузлах) керамическая плитка на всю высоту.

Потолки – санитарно-бытовых помещениях, панели типа «Армстронг» в остальных потолки сэндвич панели.

Технико-экономические показатели

1. Площадь отведенного участка	-1,3016га;
2. Площадь застройки	-3 319,30м ² ;
3. Общая площадь	-1 929,43м ² ;
4. Строительный объем	-18 808,45м ³ .

7. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

7.1. Корпус гравитации и цанирования

Здание запроектировано с учетом требований СП РК 2.03-30-2017 «Строительство в сейсмических районах (зонах)», СНиП РК 5.03-34-2005 «Бетонные и железобетонные конструкции», СНиП РК 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия».

Конструктивная схема – равно-связевая, поперечная и продольная жесткость здания обеспечивается монолитными железобетонными рандбалками, расположенными между столбчатыми фундаментами под колонны.

Фундаменты под колонны монолитные железобетонные столбчатого типа, размерами в плане 1700x1700мм и 900x900мм. Фундаменты под оборудование монолитные железобетонные, выполненные под каждое индивидуально. Армирование произведено сетками и стрежневой арматурой класса А500С и А240 по ГОСТ 34028-2016 и Вр-1 по ГОСТ 6727-80. Верх фундаментов под колонны принят на отм. -0,100. Все фундаменты выполнить из бетона

В25 марки W4 по ГОСТ 22266-76.

Рандбалки – монолитные железобетонные из бетона В25 марки W4 ГОСТ 22266-76. Все бетонные поверхности, соприкасающиеся с грунтом, обмазать горячим битумом за два раза.

Под фундаментами и рандбалками выполнена бетонная подготовка из бетона марки В7,5 толщиной 100мм. В фундаментах применены крепления фундаментными болтами по ГОСТ 24379.1-2012 и закладными деталями, представленными швеллерами по ГОСТ 8240-97.

По периметру здания выполнить отмостку шириной 100мм.

7.2. Конструктивное решения административного здания с приборно-аналитической лабораторией.

Здание запроектировано с учетом требований СП РК 2.03-30-2017 «Строительство в сейсмических районах (зонах)», СНиП РК 5.03-34-2005 «Бетонные и железобетонные конструкции», СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия».

Фундаменты под колонны монолитные железобетонные столбчатого типа, размерами в плане 750x750мм. Армированием произведено сетками и стержневой арматурой класса А500С и А240 по ГОСТ 3028-2016 и Вр-1 по ГОСТ 6727-80. Верх фундаментов под колонны принят на отм. -0,400. Все фундаменты выполнить из бетона В25 марки W4 по ГОСТ 22266-76.

Рандбалки – монолитные железобетонные из бетона В25 марки W4 ГОСТ 22266-76. Все бетонные поверхности, соприкасающиеся с грунтом, обмазать горячим битумом за два раза.

Под фундаментами и рандбалками выполнена бетонная подготовка из бетона марки В7,5 толщиной 100мм. В фундаментах применены крепления фундаментными болтами по ГОСТ 24379.1-2012 и закладными деталями, представленными швеллерами по ГОСТ 8240-97.

По периметру здания выполнить отмостку шириной 100мм.

7.3. Конструктивное решения по зданиям склада, ремонтной мастерской и КПП.

Здание запроектированы с учетом требований СП РК 2.03-30-2017 «Строительство в сейсмических районах (зонах)», СНиП РК 5.03-34-2005 «Бетонные и железобетонные конструкции», СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия».

Фундаменты представлены монолитной железобетонной плитой, толщиной 200мм.

Армирование произведено стержневой арматурой класса А500С и А240 по ГОСТ 34028-2016 и Вр-1 по ГОСТ 6727-80. Верх фундамента принят на отм. -0,100. Все фундаменты выполнить из бетона В25 марки W4 по ГОСТ 22266-76.

Под фундаментом выполнить бетонная подготовка из бетона марки В7,5 толщиной 100мм.

По периметру здания выполнить отмостку шириной 1000мм.

7.4. Конструктивные решения по зданию склада СДЯВ.

Здание запроектированы с учетом требований СП РК 2.03-30-2017 «Строительство в сейсмических районах (зонах)», СНиП РК 5.03-34-2005 «Бетонные и железобетонные конструкции», СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия».

Фундаменты представлены монолитной железобетонной плитой, толщиной 200мм.

Армирование произведено стержневой арматурой класса А500С и А240 по ГОСТ 34028-2016 и Вр-1 по ГОСТ 6727-80. Верх фундамента принят на отм. -0,100. Все фундаменты выполнить из бетона В25 марки W4 по ГОСТ 22266-76.

Под фундаментом выполнить бетонная подготовка из бетона марки В7,5 толщиной 100мм.

По периметру здания выполнить отмостку шириной 1000мм.

Защита строительных конструкций от коррозии. Гидроизоляция

Мероприятия по защите строительных конструкций от коррозии приняты в соответствии с требованиями СП РК 2.01-01-2013 «Защита строительных конструкций от коррозии».

Подземные конструкции выполняются из бетона на портландцементе по ГОСТ 10178-85, марки W4₄ по водонепроницаемости, марки F150 по морозостойкости.

Вертикальная гидроизоляция – обмазка поверхностей, соприкасающихся с грунтом, горячим битумом за два раза.

На все элементы металлоконструкций наносится лакокрасочные покрытие по ГОСТ 9.402-80.

Все элементы из дерева должны быть защищены от гниения и огня путем пропитки антипиренами и антисептиками в соответствии с указаниями СПиП 2.03.11-85.

8. ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИЯ

Корпус гравитации и цианирования

ОТОПЛЕНИЕ

Система отопления при помощи электрических тепловентиляторов. На каждом воротах по вертикали установлены по паре электрических тепловых завес фирмы Тепломаш.

ВЕНТИЛЯЦИЯ

Система вентиляции предусмотрена с механическим побуждением. Приточные агрегаты оснащены электрическим воздухонагревателем и фильтром. Вытяжные системы установлены в самых верхних точках стен. Приток свежего воздуха подается в рабочую зону помещений. Все системы вытяжной и приточной вентиляции оснащены утепленным клапанами, и частотными регуляторами воздуха. Тем самым возможно установить необходимый рабочий режим в зависимости от погодных условий и режима работы самого цеха.

В цеху установлены газоанализаторы, сигнализирующие о достижении ПДК цианистого водорода (0.3мг/м^3). При достижении ПДК все системы вентиляции запускаются в максимальном режиме.

С наружи здания на дробильном агрегате в местах засыпки сырья и выгрузки, установлены вытяжные зонты. Удаляемый пыльный воздух проходит очистку в агрегате «Циклон».

При возникновении пожара все системы приточно-вытяжной системы вентиляции автоматически прекращает функционировать.

Воздуховоды систем общеобменной вентиляции приняты из тонколистной оцинкованной стали по ГОСТ 14918-80*.

ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ЗАЩИТА

В проекте удаления дыма при пожаре предусматривается в цеху, системами ВДУ1... ВДУ3 через клапаны с электроприводами противодымной вентиляции при помощи центробежных вентиляторов.

Для предотвращения распространения пожара в здании на системах В15... В17 предусмотрены огнезадерживающие клапана в месте пересечения ограждающих конструкций. Клапана предусматриваются огнестойкостью 1.5 часа.

Также проектом предусматривается централизованное отключение всех вентиляционных систем на случай пожара.

Склад сильнодействующих ядовитых веществ

ОТОПЛЕНИЕ

Отопление производится за счет поступающего от приточных установок прогретого воздуха.

ВЕНТИЛЯЦИЯ

Системы вентиляции предусмотрены постоянная и аварийная, все системы с механическим побуждением.

В помещениях склада предусматривается автоматическая система запуска вентиляции, установлены газоанализаторы и при достижении ПДК вредных веществ срабатывает аварийная вентиляция, запускаются все системы на полную мощность. Также предусмотрены системы оповещения о достижении

ПДК и аварийную вентиляцию можно запускать вручную.

Пуски аварийной вентиляции находятся у входов/выходов с правой стороны.

Приточные агрегаты оснащены электрическими воздухонагревателями и фильтрами.

Постоянная вентиляция рассчитана на 4-х кратный воздухообмен. Аварийная на 15 кратный воздухообмен.

ПДК цианистого водорода 0,3г/м³, серной кислоты 1мг/м³, Азотной кислоты 5мг/м³, соляной кислоты 5мг/м³.

Воздухораспределители приняты – решетки жалюзийные, также вентиляционные отверстия обтянуты сеткой, через которые подаются либо удаляются воздух. Для балансирования системы установлены дроссель клапана.

При возникновении пожара все системы приточно-вытяжной вентиляции автоматически прекращают функционировать.

Воздуховоды систем вентиляции приняты по ГОСТ 14918-80* из тонколистной нержавеющей стали AISI 316 по ГОСТ 0.3X17H14M2.

Приборно-аналитическая лаборатория

ОТОПЛЕНИЕ

Система отопления при помощи электрических панельных обогревателей, которые устанавливаются на стену.

ВЕНТИЛЯЦИЯ

Система вентиляции предусмотрена с механическим побуждением.

Разводка воздуховодов в запотолочном пространстве.

Приточный агрегат оснащен воздухонагревателем и фильтром.

Вытяжка из каждого помещения осуществляется отдельно при помощи вытяжных вентиляторов.

Для подавления шумов от вентиляторов устанавливаются шумоглушители и гибкие вставки. Также в необходимых местах воздуховоды изолируются фольгированной минеральной ватой URSA.

Воздухораспределители приняты – приточно-вытяжные диффузоры круглые, с само-закручивающимся регулятором потока воздуха. Для балансировки системы установлены дроссель клапана.

При возникновении пожара все системы приточно-вытяжной вентиляции автоматически прекращают функционировать.

Воздуховоды систем общеобменной вентиляции приняты из тонколистовой оцинкованной стали по ГОСТ 14918-80*.

Административно-бытовые здания

Проектом предусмотрены модульные здания, поставляемые на объект в комплекте с отопительными и вентиляционными агрегатами.

Также в здании «Ремонтной мастерской» предусмотрены вытяжные зонты на рабочих столах мастерской. Вытяжка механическая, с помощью центробежных вентиляторов.

9. ВОДОПРОВОД И КАНАЛИЗАЦИЯ

Проект «ВК» производственного цеха разработан на основании следующих документов:

- Архитектурно-строительных чертежей;
- Задание на проектирование;
- Технического задания на водоснабжение и на канализацию, и в соответствии с СП РК 4.01-101-2012.

Расход систем водопровода принят в соответствии с расчетными данными раздела ТХ.

Для производственного цеха запроектированы следующие системы:

- Система противопожарного водопровода (В2);
- Объединенная система производственно-бытового водопровода (В0);
- Водопровод осветленной воды с хвостохранилища (В8);
- Система горячего водопровода (Т3);
- Канализация бытовая(К1);
- Пульпопровод к хвостохранилищу (П1);

Водопровод общий (В0) производственно-бытовой, противопожарный (В2)

Подача воды на производственные и хозяйственно-бытовые нужды и внутреннее пожаротушение объекта проектируется от внутриплощадочного водопровода. Системы производственно-бытового, противопожарного водоснабжения запроектированы для подачи воды к сантехприборам здания, технологическим емкостям и к пожарным кранам соответственно.

Сеть производственно-бытового водопровода монтируется из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-95 диаметрами условного прохода 73х3-108х4мм, и полипропиленовых труб марки "Fusiotherm" диаметрами DN=25мм. Сеть противопожарного водопровода монтируется из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91 диаметрами условного прохода 65 мм.

Трубопроводы производственно-бытового водоснабжения за

исключением подводок к сантехприборам изолируются гибкой трубчатой изоляцией «К-Флекс» толщиной 9 мм. Запорная арматура в системах холодного, горячего и противопожарного водопровода предусматривается импортного производства.

Расход на пожаротушение принят 2 струи 5,2 л/сек. При возникновении пожара, требуемый напор обеспечивается насосной станцией пожаротушения. Подача воды в сеть осуществляется при подаче сигнала от кнопок, установленных у пожарных кранов. Одновременно запускаются пожарные насосы для подачи воды с необходимым напором. Согласно СП РК 4.01-101-2012 п. 4.3.18 пожарные краны приняты одинакового диаметра и рукава пожарных кранов одной длины (20м), а расчетные расходы приняты по табл. 3 СП РК 4.01-101-2012.

Горячее водоснабжение

Система горячего водоснабжения принята от электроводонагревателя марки Ariston R 15 U ABS BLU EVO, V=10л, N=1/2кВт., расположенного под раковиной санузла.

Трубопроводы системы горячего водоснабжения монтируются из полипропиленовых труб марки «Fusioterm» диаметрами DN=25мм., изолируются гибкой трубчатой изоляцией «К-флекс» толщиной 13 мм. На ответвлении предусматривается установка запорной арматуры.

Канализация

Система бытовой канализации предусмотрена для отвода бытовых стоков от сантехприборов в сеть бытовой канализации. Для ликвидации засоров в системе предусмотрены прочистки. Трубопровод бытовой канализации выполнены из полимерных канализационных труб.

Места прохода труб через перекрытия должны быть заделаны цементным раствором на всю толщину перекрытия;

Участок выше перекрытия на 8-10см (до горизонтального отводного трубопровода) следует защищать цементным раствором толщиной 2-3см;

Перед заделкой стояка раствором, трубы следует обертывать рулонными гидроизоляционными материалом без зазора

10. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Проект электроснабжения выполнен на основании технических условий и задания на проектирование.

В проекте предусматривается электроснабжение трансформаторной подстанции на напряжение 10кВ. Электроснабжение КТПН10/0,4кВ осуществляется по воздушной линии проводом марки АС-95. Выход питающего кабеля РУ-10кВ ПС35/10кВ осуществляется кабелем марки АСБ-10кВ. Переход кабеля в воздушную линию осуществляется через мачтовую муфту и

линейный разъединитель. Защита кабеля, проложенного по опоре ВЛ-10кВ осуществляется с помощью металлической трубы на высоту 2,5м от земли 0,5м на глубину.

Установка опор ВЛ-10кВ в грунт выполняется согласно типовому проекту 3.407-143.

В проекте предусматривается установка двух КТПН-1600 10/0,4кВ

Проектом предусмотрено электроснабжение корпус гравитации и цинирования, кпп, офиса, столовой, склада, ремонтной мастерской, лаборатории, сдьяв, насосных станций, освещение территории.

Модульные здания (офис, склад, ремонтная мастерская, столовая) поставляются комплектно с электрооборудованием.

Питание мельницы осуществляется по КЛ-10кВ запитанной от РУ-10кВ КТПН.

Питающий кабель из РУ-10кВ для питания мельниц осуществляется кабелем марки АСБ-10кВ проложенного в земле.

Для потребителей 1-ой категории электроснабжения предусматривается установка дизель-генератора расчетной мощности.

Питающие кабели приняты марки АВББШВ расчетного сечения.

Освещение территории осуществляется светодиодными светильниками установленными на опоре наружного освещения высотой 8,5м.

Кабели прокладываются на глубине 0,7м от поверхности земли, а при пересечении с автодорогами и проездами на глубине 0,9м.

Для защиты от механических повреждений после укладки кабеля в траншею необходимо закрыть кирпичом, а при пересечении с другими коммуникациями кабель необходимо проложить в двустенной гофрированной трубе $\varnothing 80\text{мм}$, $\varnothing 100\text{мм}$.

Основные показатели проекта

Установленная мощность 1749,361кВт

Расчетная мощность 1122,03кВт

Расчетный ток 2009,2А

$\text{Cos } \varphi - 0,85$

Корпус гравитации и цинирования

Настоящий проект разработан на основании задания на проектирование, смежных специальностей в соответствии с ПУЭ РК, СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и других нормативных документов, действующих на территории Республики Казахстан.

По степени надежности обеспечения электроэнергией производственное здание относится к III-й категории электроснабжения, для потребителей 1-ой

категории электроснабжения предусматривается щит, запитанный через АВР от дизеля генератора.

В проекте рассматриваются вопросы силового электрооборудования и электроосвещения здания. Учет электроэнергии осуществляется трехфазными счетчиками, установленными на шинах ТП. Электроснабжение осуществляется от проектируемой трансформаторной подстанции. Силовыми электроприемниками являются: вытяжные вентиляторы, технологическое оборудование.

Все электроприемники переменного тока с частотой 50Гц напряжением 380/220В. Проектом предусматривается автоматическое отключение вентиляции при пожаре.

В качестве пусковой аппаратуры приняты магнитные пускатели и пульты управления, поставляемые в комплексе с оборудованием. В проекте предусматривается общее рабочее, аварийно-эвакуационное освещение на напряжении 220 В и ремонтное освещение в технических помещениях на напряжении 36В. Светильники приняты со светодиодами в соответствии с условиями окружающей среды и назначением помещений. Для ремонтного освещения предусматривается установка ящичков с понижающими трансформаторами на напряжение 220/36В.

Щиты освещения приняты с автоматическими выключателями. Управление освещением осуществляется со щитка и из помещений по месту, где это необходимо. Высота установки выключателей принята 0,8м, от уровня чистого пола.

Прокладка магистральных и распределительных сетей выполняется кабелями с медными жилами, прокладываемыми:

- а) в горфированных открыто по строительным конструкциям;
- б) открыто по стенам и перерыву в ПНД трубах.
- в) в металлических трубах в подготовке пола.
- г) открыто по кабельным конструкциям.

Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции применяются следующие меры защиты: защитное заземление, защитное автоматическое отключение питания, уравнивание потенциалов. В качестве защитных мер используется система зануления, для чего прокладывается третья жила в однофазных сетях, пятая жила в трехфазных питающих сетях. В распределительных щитах предусматривается устройство заземляющей шины. Автоматические выключатели на розеточных группах имеют устройство защитного отключения (УЗО) с током 30мА. В проекте предусматривается защита от заноса высокого потенциала через входящие металлические трубопроводы.

По степени защиты от прямых ударов молнии здание относится к III категории. Для обеспечения необходимой молниезащиты используется

металлическая кровля.

Молниеприемником для здания является металлическая кровля. Токоотводом служат металлические конструкции здания. Для выравнивания потенциала и защиты от заноса высокого потенциала по периметру здания на расстоянии 1,0м от фундамента на глубине 0,5м прокладывается контур стали 40х4мм. Металлические конструкции здания соединить с наружным контуром через каждые 25м и не ближе 3м от входа. К горизонтальному заземлителю присоединяется зануляющий проводник, а также входящие в здание металлические трубопроводы.

Все соединения выполнить сваркой.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

Основные показатели проекта.

Установленная мощность 1462,447кВт

Расчетная мощность 1022,8кВт

Расчетный ток 1831,5А

Cos φ-0,85

Административное здание с приборно-аналитическая лаборатория

Настоящий проект разработан на основании задания на проектирование, смежных специальностей в соответствии с ПУЭ РК, СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и других нормативных документов, действующих на территории Республики Казахстан.

По степени надежности обеспечения электроэнергией здания в целом относится к III-й категории электроснабжения. Электроснабжение осуществляется от РУ-0,4кВ проектируемой ТП10/0,4кВ. В проекте рассматриваются вопросы силового электрооборудования и электроосвещения здания. Силовыми электроприемниками являются: розеточные сети, отопительные агрегаты. Все электроприемники переменного тока с частотой 50 Гц напряжением 380/220 В.

Распределительные щиты приняты индивидуального изготовления согласно схемам, приведенных в проекте. Распределительных сетей выполняется проводами и кабелями с медными жилами, прокладываемыми в гофрированных трубах в стенах из гипсокартона и подшивных потолков. Напряжение сети освещения принято 220В. Проектом предусматривается рабочее и аварийное освещение. Светотехнический расчет произведен методом удельной мощности на квадратный метр освещаемой площади. Нормы освещения приняты по СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение». Светильники приняты светодиодные с учетом назначения помещений и характеристики окружающей среды. Управление освещением выполняется из помещений, для которых они предназначены и локально со щита. Линии групповой сети, прокладываемые от щитков до светильников и штепсельных

розеток, в качестве защитных мер используется система зануления, для чего прокладывается третья жила в однофазных сетях, пятая жила в трехфазных и питающих сетях. В распределительных щитах предусматривается устройство заземляющей шины. Автоматические выключатели на розеточных группах имеют устройство защитного отключения (УЗО). Согласно СН-РК 2.04-29-2005 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений» здание относится к III-й категории. Молниеприемником является металлическая кровля, соединенная с наружным контуром через молниеотводы, металлические колонны здания. Для выравнивания потенциала и защиты от заноса от высокого потенциала по периметру здания на расстоянии 1,0м. от фундамента на глубине 0,5м прокладывается контур, выполненный из стали 40*4мм. Металлический каркас здания соединить с наружным контуром заземления через каждые 25м. Для улучшения электропроводимости контур пролить соленым раствором. К горизонтальному заземлителю присоединяется зануляющий проводник, а также входящие в здание металлические трубопроводы. Все соединения выполнять сваркой.

Основные показатели проекта

Установленная мощность 119,8кВт

Расчетная мощность 95,7кВт

Расчетный ток 153,4А

Cos φ-0,95

Склад сильнодействующих ядовитых веществ

Настоящий объект разработан на основании задания на проектирование, смежных специальностей в соответствии с ПУЭ РК, СП РК 2.04-104-2012 «Естественное и искусственное освещение» и других нормативных документов, действующих на территории Республики Казахстан. По степени надежности обеспечения электроэнергией здания в целом относится к III-й категории электроснабжения. Электроснабжение осуществляется от РУ-0,4кВ проектируемой ТП10/0,4кВ. В проекте рассматриваются вопросы силового оборудования и электроосвещения здания. Силовыми электроприемниками являются: приточно-вытяжные системы, технологическое оборудование. Все электроприемники переменного тока с частотой 50Гц напряжением 380/220 В. Распределительные щиты приняты индивидуального изготовления согласно схемам, приведенных в проекте. Распределительных сетей выполняется проводами и кабелями с медными жилами, прокладываемыми открытого по стенам и перекрытию в трубах. Напряжение сети освещения принято 220 В. Проектом предусматривается рабочее и аварийное освещение. Светотехнический расчет произведен методом удельной мощности на квадратный метр освещаемой площади. Нормы освещенности приняты по СП РК 2.04-104-2012 «Искусственное и естественное освещение». Светильники приняты светодиодные с учетом назначения помещения и характеристики окружающей среды. Управление освещением выполняется из помещений, для которых они

предназначены и локально со пита. Линии групповой сети, прокладываемые от щитков до светильников и штепсельных розеток, выполняется трехпроводными или пяти проводными (фазный – L, нулевой – N, защитный - PE). В качестве защитных мер используется система зануления, для чего прокладывается третья жила в однофазных сетях, пятая жила в трехфазных и питающих сетях. В распределительных щитах предусматривается устройство заземляющей шины.

Согласно СН-РК 2.04-29-2005 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений» здание относится к III-й категории. Молниеприемником является металлическая кровля, соединенная с наружным контуром через молниеотводы, металлические колонны здания. Для выравнивания потенциала и защиты от заноса от высокого потенциала по периметру здания на расстоянии 1,0м. от фундамента на глубине 0,5м прокладывается контур, выполненный из стали 40*4мм. Металлический каркас здания соединить с наружным контуром заземления через каждые 25м. Для улучшения электропроводимости контур пролить соленым раствором. К горизонтальному заземлителю присоединяется зануляющий проводник, а также входящие в здание металлические трубопроводы. Все соединения выполнять сваркой. Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

Основные показатели проекта

Установленная мощность 45,834кВт

Расчетная мощность 36,2кВт

Расчетный ток 64,9А

Cos φ-085

11. СЛАБОТОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

Цех гравитации и цнанирования (АПС)

Проект пожарной сигнализации выполнен на оборудовании Российской компании «Рубеж».

Подключение адресного метки выполняется от прибора Рубеж-2ОП расположенного в помещении КПП, адресная метка устанавливается в сборном шкафу, шкаф крепится к стене на высоте 1,7м от уровня пола.

Пожарные тепловые извещатели крепятся к потолку здания, ручные пожарные извещатели крепятся к стене в местах эвакуации людей при пожаре на высоте 1,5м от уровня пола.

Прокладка соединительных линий выполняется кабелем не поддерживающим горение открытого по стене на высоте не ниже 2,5м от пола в кабельном канале 20*12,5 и по потолку.

Питание адресной метки осуществляется от источника резервного питания, установленного рядом с адресной меткой.

В проекте применяется второй тип оповещения с использованием световых табло «Выход» и звуковых оповещателей.

Световые табло «Выход» крепятся к стене над входными дверями, звуковые оповещатели крепятся к стене на высоте 2,5м от уровня пола.

Система оповещения срабатывает от адресного релейного блока, который входит в состав адресной системы Рубеж.

Корпус с гравитации и цпанирования (ОС)

Проект охранной сигнализации выполнен на оборудовании Российской компании «Рубеж».

Подключение адресного метки выполняется от прибора Рубеж-20П расположенного в помещении КПП адресная метка устанавливается в сборном шкафу, шкаф крепиться к стене на высоте 1,7м от уровня пола.

Охранные магнитоконтактные извещатели устанавливаются на входных дверях, датчики разбития стекла крепиться к стене возле окон.

Прокладка соединительных линий выполняется кабелей не поддерживающим горение открыто по стене на высоте не ниже 2,5м от пола в кабельном канале 20x12,5.

Питание адресной метки осуществляется от источника резервного питания установленного рядом с адресной меткой.

Склад СДЯВ (АПС)

Проект пожарной сигнализации выполнен на оборудовании Российской компании «Рубеж».

Подключение адресного метки выполняется от прибора Рубеж-20П расположенного в помещении КПП, адресная метка устанавливается в сборном шкафу, шкаф крепится к стене на высоте 1,7м от уровня пола.

Пожарные тепловые извещатели крепятся к потолку здания, ручные пожарные извещатели крепятся к стене в местах эвакуации людей при пожаре на высоте 1,5м от уровня пола.

Прокладка соединительных линий выполняется кабелем не поддерживающим горение открытого по стене на высоте не ниже 2,5м от пола в кабельном канале 20*12,5 и по потолку.

Питание адресной метки осуществляется от источника резервного питания, установленного рядом с адресной меткой.

В проекте применяется второй тип оповещения с использованием световых табло «Выход» и звуковых оповещателей.

Световые табло «Выход» крепятся к стене над входными дверями, звуковые оповещатели крепятся к стене на высоте 2,5м от уровня пола.

Система оповещения срабатывает от адресного релейного блока,

который входит в состав адресной системы Рубеж.

Склад СДЯВ (ОС)

Проект охранной сигнализации выполнен на оборудовании Российской компании «Рубеж».

Подключение адресного метки выполняется от прибора Рубеж-20П расположенного в помещении КПП адресная метка устанавливается в сборном шкафу, шкаф крепиться к стене на высоте 1,7м от уровня пола.

Охранные магнитоконтактные извещатели устанавливаются на входных дверях, датчики разбития стекла крепиться к стене возле окон.

Прокладка соединительных линий выполняется кабелей не поддерживающим горение открыто по стене на высоте не ниже 2,5м от пола в кабельном канале 20x12,5.

Питание адресной метки осуществляется от источника резервного питания установленного рядом с адресной меткой.

Административное здание с приборно-аналитической лабораторией (АПС)

Проект пожарной сигнализации выполнен на оборудовании Российской компании «Рубеж».

Подключение адресного метки выполняется от прибора Рубеж-20П расположенного в помещении КПП, адресная метка устанавливается в сборном шкафу, шкаф крепится к стене на высоте 1,7м от уровня пола.

Пожарные тепловые извещатели крепятся к потолку здания, ручные пожарные извещатели крепятся к стене в местах эвакуации людей при пожаре на высоте 1,5м от уровня пола.

Прокладка соединительных линий выполняется кабелем не поддерживающим горение открытого по стене на высоте не ниже 2,5м от пола в кабельном канале 20*12,5 и по потолку.

Питание адресной метки осуществляется от источника резервного питания, установленного рядом с адресной меткой.

В проекте применяется второй тип оповещения с использованием световых табло «Выход» и звуковых оповещателей.

Световые табло «Выход» крепятся к стене над входными дверями, звуковые оповещатели крепятся к стене на высоте 2,5м от уровня пола.

Система оповещения срабатывает от адресного релейного блока, который входит в состав адресной системы Рубеж.

Административное здание с приборно-аналитической лабораторией (ОС)

Проект охранной сигнализации выполнен на оборудовании Российской

компании «Рубеж».

Подключение адресного метки выполняется от прибора Рубеж-20П расположенного в помещении КПП адресная метка устанавливается в сборном шкафу, шкаф крепиться к стене на высоте 1,7м от уровня пола.

Охранные магнитоконтактные извещатели устанавливаются на входных дверях, датчики разбития стекла крепиться к стене возле окон.

Прокладка соединительных линий выполняется кабелей не поддерживающим горение открыто по стене на высоте не ниже 2,5м от пола в кабельном канале 20x12,5.

Питание адресной метки осуществляется от источника резервного питания установленного рядом с адресной меткой.

Видеонаблюдение

В проекте применяется система IP видеонаблюдения.

В помещении КПП на столе устанавливается IP видеорегистратор с монитором, в напольном шкафу устанавливаются сетевые хранилища данных. Глубина архива 60 дней.

На опорах крепятся уличные видеокамеры, высота установки видеокамеры 2,5м от уровня земли.

Сеть выполняется кабелем витая пара категории 5 е. Питание видеокамер выполняется по витой паре PoE.

Для прокладки кабеля до видеокамер предусматривается прокладка гофрированной трубы d50мм в грунте на глубине -0,5м от уровня земли. Подъем по опоре выполняется в гофрированной трубе d-25мм.

Телефония

На кровле здания устанавливается офсетная спутниковая антенна. В помещении офиса на столе устанавливаются приемо-передающий модуль. На стене на высоте 0,4м от уровня пола устанавливается 2-х портовая розетка RJ-45. Сеть выполняется кабелем витая пара категории 5е в гофрированной трубе d-25мм.

От антенны до приемо-передающего модуля прокладывается коаксиальный кабель RJ-6, кабель прокладывается в гофрированной трубе d-25мм.

12. ХВОСТОХРАНИЛИЩЕ

Настоящим проектом предусмотрено строительство хвостохранилища для складирования хвостов золотоизвлекательной фабрики. Чаще хвостохранилища выполняется путем строительства четырех ограждающих дамб, связанных между собой эксплуатационной дорогой. К хвостохранилищу проектируется вся необходимая инженерная сеть, в виде пульповода. Водовода обратного водоснабжения. Основными сооружениями проектируемого хвостохранилища является:

- ограждающая дамба и ложе хвостохранилища
- система гидротранспорта
- система оборотного водоснабжения
- линия освещения гребня дамбы
- линия электроснабжения насосной станции оборотного водоснабжения.

Таблица – Основные технико-экономические показатели объекта

- Ёмкость хвостохранилища ~ 631 996,9м³ ~ 1 693 751,7тонн
- Ежегодный объем складирования хвостов – 300тыс.тонн
- Отметка гребня дамбы – 478,0м
- Максимальная отметка складирования -477,5м
- Максимальная отметка ГВ отстойного пруда хвостохранилища - 477,5м
- Ширина ограждающей дамбы по гребню - 147,6метра
- Длина ограждающей дамбы ~ 558,8метра
- Заложение верхового откоса – 478,0м
- Заложение низового откоса –от 463,39м до 469,43м средняя 466,74 метра
- Ограждающая дамба и ложе хвостохранилища

Ограждающие дамбы

Конструкции ограждающей дамбы

Ограждающая дамба хвостохранилища максимальной высотой 17,00 м является постоянными сооружениями, предназначенными для создания емкости складирования хвостов.

Тип грунтов основания дамбы – скальные порды. Согласно СП РК 3.04-101-2013 Приложение Д, Таблица Д1 п.б. дамба (плотина) из грунтовых материалов при высоте до 20 м относится к III классу гидротехнического сооружения.

Распространение чрезвычайной ситуации, при возникновении ее в результате аварии гидротехнических сооружений, устанавливается в пределах

территории одного района.

Ограждающая дамба принята шириной по гребню 8,0 м, для возможности расположения распределительного пульповода для сброса хвостов. Конструкция откосов ограждающей дамбы выполнена с подстилающими и защитными слоями из суглинка для противофильтрационного экрана из геомембраны толщиной 1,0 м и креплением из каменной наброски толщиной 0,5 м.

Общий периметр хвостохранилища по эксплуатационной дороге составляет 1148,6 м.

Дамбы возводятся насыпным способом из привозного скального грунта вскрышных пород.

Очертание гребня дамб

Ширина гребня дамб установлена из условий производства работ и эксплуатации, обеспечивает также возможность прокладки по нему распределительных пульповодов.

Отметка гребня на всей протяженности ограждающих дамб принята 477,0 м. Запас возвышения гребня над максимальным уровнем воды в прудке принят согласно требованиям «Правил обеспечения промышленной безопасности для хвостовых и шламовых хозяйств опасных производственных объектов», 1,5 м.

Очертание откосов дамб

Крутизна откосов дамб назначена исходя из условия их устойчивости с учетом:

- физико-механических характеристик грунтов дамбы и основания;
- действующих на откосы сил собственного веса, влияния воды (взвешивания фильтрационных сил, капиллярного давления), сейсмических и внешних нагрузок на гребне и откосах дамб;
- высоты плотины;
- производства работ по возведению дамб и условий их эксплуатации.

Для определения коэффициентов заложения верхового и низового откосов дамб использованы типовые материалы для проектирования 820-04-28.8 «Плотины земляные насыпные высотой до 15 м с креплением верховым откосом (секции)».

Крутизна верхового откоса принята 1:3, низового откоса 1:2. Заложение верхового откоса принято с учетом удобств выполнения подстилающего слоя и укладки геомембраны. Устройство геомембраны принято по всему периметру хвостохранилища, и в ложе.

Ложе хвостохранилища

Согласно заключению по инженерно-геологическим условиям

основание представлено скальными грунтами.

Подготовка основания выполняется во внутренней хвостохранилища с учетом проектных ограждающих дамб. Дно хвостохранилища выполнено с уклоном, по уклону естественного рельефа, путем выполнения планировочных работ на поверхности ложа, с дальнейшей укладкой на нее подстилающего слоя для укладки полиэтиленовой геомембраны. Геомембрана принята толщиной 1,0 мм.

Фильтрационные потери из чаши хвостохранилища отсутствуют, так как дно чаши хвостохранилища покрывается экраном из высокопрочной полиэтиленовой пленки, который исключает фильтрацию.

Конструкция противофильтрационного экрана на откосе и в ложе

Для обеспечения полной гидроизоляции принято решение выполнить противофильтрационный экран из геомембраны толщиной 1,0 мм. На верхних откосах сооружения решено применить геомембрану, и в качестве основания принят подстилающий слой из суглинка толщиной 0,50 м. Подстилающий слой из суглинка должен быть отсыпан из чистого суглинка, не допускается включения твердых и остроугольных частиц, что контролируется визуальном осмотром. На поверхность противофильтрационного экрана выполняется защитный слой из суглинка также толщиной 0,50 м. Над защитным слоем предусмотрено устройство крепления откоса из каменной наброски толщиной 0,5 м с диаметром камня диаметром 0,15 м. Конструкция откоса представлена на листе 6 комплекта 2019-10/19-01-ГР. Крепление откоса выполняется от абсолютной отметки 464,00 м. В ложе хвостохранилища крепление и защитный слой из суглинка не предусмотрен, так как предполагается что оно будет замыто хвостами и надежно защищено от механических повреждений.

Верхний край пленочного покрытия закрепляется на гребне дамбы, край геомембраны заземляется за счет устройства якорной траншеи, заполняемой суглинком с уплотнением, нижний край геомембраны отпускается до подошвы дамбы и сопрягается с геомембраной расстилаемой в ложе секции.

Крепление пленочного противофильтрационного устройства на гребне дамбы следует производить после окончания укладки защитного слоя на откосе. Крепление должно устраиваться на всей площади откоса, подвергающейся неблагоприятному воздействию с учетом возможного изменения уровня воды в процессе эксплуатации. Учитывая прочность пленки, ее стойкость к низким и высоким температурам, стойкость к ультрафиолетовому воздействию, отсутствие плавающих предметов, течение воды, сильного волнения, быстрых и значительных изменений уровней воды в хвостохранилище крепление ложа не предусматривается. Защитным слоем пленки является непосредственно пульпа и вода прудка, по мере заполнения хвостохранилища.

«Геомембрана» - изолирующее полимерное рулонное. Изготовлено на основе полиэтилена высокой плотности – HDPE-П. Используется для охраны подземных и поверхностных вод от загрязнения с помощью изоляции

источников загрязнения от окружающей среды (площадки кучного выщелачивания, полигоны хранения твердых промышленных и бытовых отходов, хранилища особо опасных промышленных отходов и шлаков, промышленные шлаконакопители)».

Для использования данных геомембран разработаны СН 551-82 «Инструкция по проектированию и строительству противofильтрационных устройств из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов». По конструктивному оформлению и условиям работы непроницаемый экран, выполняется из односторонней гладкой пленки толщиной 1,5мм. Пленочное противofильтрационное устройство, разделенных слоев из суглинистого грунта обеспечит максимальную надежность, долговечность и безопасность сооружения. Качество материала должно отвечать требованиям ГОСТ Р 56586-2015 «Геомембраны гидроизоляционные полиэтиленовые рулонные. Технические условия» и GRI GM13 «Стандартные технические условия. Свойства, частота проведения испытаний и рекомендуемые гарантии для гладких и текстурированных геомембран из полиэтилена высокой плотности».

Полотнища геомембраны раскладываются свободно, без натяжения с перекрытием 10-15см. Швы полотнищ выполняются контактной или экструзионная сварка.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям "Разработка проектной документации на площадь строительство хвостохранилища", расположенного по адресу: Жамбылская область, Мойынкумский район, 15 км от поселка Акбакай, месторождение Верхне-Андасайское
2. СН РК 1.02-03-2011 «Порядок разработки, согласования, утверждения и состава проектной документации на строительство».
3. Требования промышленной безопасности при дроблении, сортировке, обогащении полезных ископаемых и окусковании руд и концентратов» (Приказ №189 от 29.10.2008).
4. ППБ РК 2006 «Правила пожарной безопасности»
5. ПУЭ РК-2008 «Правила устройства электроустановок»
6. СНиП РК 1.03-05-2001* «Охрана труда и техника безопасности в строительстве»
7. СН 245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий.
8. ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности».
9. СНиП РК 4.02-2006 «Отопления, вентиляция и кондиционирование».
10. СНиП РК 5.03.07-2005 «Несущие и ограждающие конструкции».
11. СНиП РК II-23-81* «Стальные конструкции. Нормы проектирования».
12. СНиП РК 2.01-19-2004 «Защита строительных конструкций и коррозии».
13. СНиП РК 2.02-05-2002 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
14. СНиП РК 4.04-06-2002 «Электротехнические устройства».
15. СП РК 4.04-19-2003 «Инструкция по проектированию силового и осветительного оборудования промышленных предприятий».
16. СНиП РК 2.04-29-2005 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений».
17. СНиП РК II-89-80 «Генеральные планы промышленных предприятий».
18. СНиП РК 2.04.01-2001 «Строительная климатология».
19. СНиП РК 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты».
20. СНиП РК 4.01-41-2006 «Внутренний водопровод и канализация

зданий».

21. СНиП РК 3.05.01-91 «Внутренние санитарно-технические системы».