

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ПОЛИМЕТАЛЛ ИНЖИНИРИНГ»

ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие»

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩА ДЛЯ
СКЛАДИРОВАНИЯ ХВОСТОВ СУЛЬФИДНОЙ ФЛОТАЦИИ И
УГЛЕРОДНОГО ПРОДУКТА ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 4. Технологические решения

Часть 1. Пояснительная записка

34 02 13 072 00-ТХ1

Том 4.1

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ПОЛИМЕТАЛЛ ИНЖИНИРИНГ»

ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие»

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩА ДЛЯ
СКЛАДИРОВАНИЯ ХВОСТОВ СУЛЬФИДНОЙ ФЛОТАЦИИ И
УГЛЕРОДНОГО ПРОДУКТА ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 4. Технологические решения

Часть 1. Пояснительная записка

34 02 13 072 00-ТХ1

Том 4.1

Директор дирекции
по проектированию

Главный инженер проектов



А.В. Митропольский

А.И. Окунович

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ПОЛИМЕТАЛЛ ИНЖИНИРИНГ»

ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие»

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ХВОСТОХРАНИЛИЩА ДЛЯ
СКЛАДИРОВАНИЯ ХВОСТОВ СУЛЬФИДНОЙ ФЛОТАЦИИ И
УГЛЕРОДНОГО ПРОДУКТА ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 4. Технологические решения

Часть 1. Пояснительная записка

34 02 13 072 00-ТХ1-ТЧ

Том 4.1

Директор дирекции
по проектированию

Главный инженер проектов



А.В. Митропольский

А.И. Окунович

Исполнители

Дирекция по проектированию:

Управление по технологиям переработки руд

Начальник управления



А.С Ефремов

Гидротехнический отдел

Начальник отдела



А.М. Вакуленко

Главный специалист



В.А. Дурилов

Ведущий инженер



С.Е. Демьянов

Инженер



Р.С. Куленова

Инженер



Д.В. Спивак

Нормоконтролёр



В.А. Дурилов

Содержание

Введение.....	6
1 Местоположение, краткая географическая и экономическая характеристика района строительства	11
2 Топографические, гидрологические, инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания.....	12
2.1 Топографические условия.....	12
2.2 Инженерно-геологические условия	12
2.3 Инженерно-гидрометеорологические условия	12
2.3.1 Гидрометеорологическая изученность.....	12
2.3.2 Климатические условия	13
2.3.3 Опасные гидрометеорологические процессы и явления	14
3 Состояние существующего хвостового хозяйства Бакырчикского горнодобывающего предприятия.....	15
3.1 Ограждающая дамба № 1	17
3.2 Ограждающая дамба № 2	18
3.3 Дамба № 3	19
3.4 Дамба № 4	20
3.5 Дамба № 5	20
3.6 Плавающие насосные станции оборотного водоснабжения хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации.....	21
3.7 Плавающие насосные станции осветлённой воды № 1, 2	21
3.8 Водоводы оборотной воды	22
3.9 Водовод осветлённой воды	22
3.10 Дренажная система	23
3.10.1 Верховая дренажная система с насосными станциями	23
3.10.2 Низовая дренажная система с насосной станцией	24
3.11 Ложе хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта.....	24
3.11.1 Ложе хвостохранилища хвостов сульфидной флотации	25
3.11.2 Ложе склада углеродного продукта.....	25
3.12 Система гидротранспорта хвостов.....	25
3.12.1 Система гидротранспорта хвостов сульфидной флотации	25
3.12.2 Система гидротранспорта углеродного продукта	26
3.13 Контрольно-измерительная аппаратура (КИА)	28
3.14 Нагорная канава	28
3.15 Руслоотводной канал ручья Безымянный № 3.....	29

4	Исходные данные для проектирования	31
5	Описание принятых основных технических решений проектируемого хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2	35
5.1	Ограждающие дамбы и дамбы хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2	37
5.2	Противофильтрационные мероприятия хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2	41
5.2.1	Противофильтрационный экран ограждающих дамб	44
5.2.2	Противофильтрационный экран ложа хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2	45
5.3	Дренажная система	45
5.3.1	Низовые дренажные насосные станции	46
5.3.2	Трубчатый дренаж	46
5.3.3	Система гидротранспорта хвостов	48
5.4	Система оборотного водоснабжения	51
5.5	Система технологических трубопроводов	54
5.6	Контрольно-измерительная аппаратура (КИА)	55
5.7	Аккумулирующая ёмкость	59
5.8	Водный баланс хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2	59
5.8.1	Исходные данные для расчёта водного баланса	59
5.8.2	Расчёт водного баланса хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2	60
6	Данные о численности работников и их профессионально-квалификационном составе, числе рабочих мест	66
7	Мероприятия, направленные на предотвращение несанкционированного доступа на объект физических лиц, транспортных средств и грузов	67
8	Ссылочные нормативные документы	69
	Список использованных источников	72

Перечень таблиц

Таблица 2.1 – Критерии климатического районирования	13
Таблица 2.2 – Максимальная скорость ветра различной обеспеченности, (м/с)	13
Таблица 2.3 – Среднегодовая повторяемость (%) направления ветра и безветрия	14
Таблица 2.4 – Средняя скорость ветра по направлению, (м/сек)	14
Таблица 3.1 – Характеристика хвостов сульфидной флотации	16
Таблица 3.2 – Характеристика углеродного продукта	16

Таблица 3.3 – Основные параметры ограждающей дамбы № 1	17
Таблица 3.4 – Основные параметры ограждающей дамбы № 2	19
Таблица 3.5 – Протяженность гидротранспорта хвостов сульфидной флотации по очередям	26
Таблица 3.6 – Протяженность гидротранспорта углеродного продукта по очередям	27
Таблица 4.1 – Исходные проектные данные сульфидного продукта	31
Таблица 4.2 – Исходные проектные данные углеродного продукта	32
Таблица 4.3 – Минеральный состав хвостов сульфидной флотации	34
Таблица 5.1 – Основные параметры хвостохранилища хвостов сульфидной флотации	35
Таблица 5.2 – Основные параметры склада углеродного продукта № 2	36
Таблица 5.3 – Основные параметры ограждающих дамб № 1 и 2 и дамб № 5-7	38
Таблица 5.4 – Технические характеристики текстурированной геомембраны из полиэтилена высокой плотности HDPE-ST, толщиной 1,5 мм.....	42
Таблица 5.5 – Протяжённость трубчатого дренажа	48
Таблица 5.6 – Технические характеристики насосного оборудования гидротранспорта хвостов.....	48
Таблица 5.7 – Исходные данные для расчёта водного баланса	59
Таблица 5.8 – Водный баланс хвостохранилища хвостов сульфидной флотации.....	64
Таблица 5.9 – Водный баланс хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2	65
Таблица 6.1 – Штатный состав по обслуживанию хвостового хозяйства ОФ ОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие»	66

Введение

Настоящая проектная документация разработана АО «Полиметалл Инжиниринг» в рамках договора № ПМИН 2(01–2–1197)/ БГП 2(01–1–1135) от 21.10.2022, в соответствии с заданием на проектирование (приложение А настоящей проектной документации) на разработку проектной документации «Реконструкция хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие» (шифр – 34 02 13 072 00).

Данная проектная документация разработана в целях проведения реконструкции хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта (хвостохранилище хвостов сульфидной флотации и склад углеродного продукта обогатительной фабрики ОФ) Бакырчикского ГОКа для возможности его дальнейшей эксплуатации.

В настоящее время хвостохранилище хвостов сульфидной флотации и склад углеродного продукта эксплуатируется в соответствии с проектом «Хвостохранилище для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики Бакырчикского ГОКа», выполненный ТОО «Казахстанский Проектно-Инжиниринговый Центр «Литера 3» в 2016 г. Хвосты в хвостохранилище хвостов сульфидной флотации и на складе углеродного продукта укладываются наливным способом (с гидравлической укладкой хвостов и возвратом оборотной воды на фабрику) (шифр – 34 02 07 072 00).

Согласно проекту, заполнение и строительство хвостохранилища хвостов сульфидной флотации предусматривается в четыре очереди. В настоящее время в эксплуатации 3-я очередь. Строительство 4-й очереди запланировано на 2022 - 2023 гг. Полезной ёмкости хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта будет достаточно для складирования хвостов до 2026 г.

Вид выпускаемой продукции предприятия: золотосульфидный концентрат.

Для дальнейшего складирования хвостов требуется реконструкция существующего хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта с наращиванием ограждающих дамб, включая системы напорного гидротранспорта и оборотного водоснабжения, которые будут обеспечивать раскладку хвостов по всей площади хвостохранилища и возврат осветлённой воды в технологический процесс ОФ.

Основными техническими решениями по объекту ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие». «Реконструкция хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики» в данном проекте рассматриваются задачи размещения дополнительного объёма хвостов ОФ от золоторудного месторождения за счёт реконструкции существующего хвостохранилища путём наращивания ограждающих дамб № 1 и 2 в четыре очереди до

отметок: 459,5 м – 5-я очередь, 463,5 м – 6-я очередь, 467,0 м – 7-я очередь, 472,0 м – 8-я очередь, наращивания дамбы № 5 и строительства новых дамб № 6 и № 7 с целью обеспечения необходимой ёмкости для размещения хвостов в один этап до отметки – 472,0 м. За счёт реконструкции хвостохранилища будет обеспечена работа системы гидротранспорта и складирования хвостов, а также возврата осветлённой воды на обогатительную фабрику.

Хвостохранилище хвостов сульфидной флотации и склад углеродного продукта по способу укладки - наливные, по типу – овражно–равнинные. Ёмкость образована ограждающими дамбами и естественным рельефом. Проектируемые дамбы из грунтовых материалов наращиваются очередями в сторону низового откоса.

Основные технические решения разработаны на весь период работы обогатительной фабрики Бакырчикского ГОКа, с учётом очередности и размещения всех запасов при дальнейшей отработке месторождения в объёме полезного хвостохранилища хвостов сульфидной флотации 28,15 млн. м³ и склада углеродного продукта в первой карте 480 тыс. м³ и второй карте 760 тыс. м³.

На основании действующих нормативных документов для реконструируемого хвостохранилища принято:

- класс гидротехнического сооружения – I (согласно СП РК 3.04-101-2013);
- уровень ответственности сооружение I – повышенный согласно «Правилам определения общего порядка отнесения зданий и сооружений к техническим и (или) технологически сложным объектам» (Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 28 февраля 2015 года № 165).

Строительство сооружений принято из местных грунтовых строительных материалов: крупнообломочных грунтов, суглинка (глины) и песчаного грунта.

В соответствии с заданием на проектирование (приложение А настоящей проектной документации) и основными техническими решениями в состав проектируемых зданий и сооружений входят:

- ограждающие сооружения (дамбы) и ложе площадки складирования отходов;
- система гидротранспорта хвостов: пульповоды;
- система оборотного водоснабжения: водоводы оборотной воды, плавучая насосная станция (ПНС);
- дренажная система;
- система электроснабжения, связи, освещения сооружений хвостового хозяйства;
- система КИА (КИП);
- подъездные и эксплуатационные (служебные) автодороги;
- система сбора и отведения поверхностного стока от площадки хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта;
- прочие объекты, сооружения и системы необходимые для безопасной эксплуатации хвостохранилища и инженерной защиты сооружений.

Определение надёжности ограждающих дамб хвостохранилища на заданных площадях до конечной отметки 472,00 м, выполняется на стадии разработки проектной документации.

Основные технические решения в данном проекте по объекту ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие». «Реконструкция хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогащательной фабрики выполнены в соответствии с требованиями законодательных актов и нормативных документов:

- Закон Республики Казахстан от 16 июля 2001 года № 242 «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Казахстан»;

- Закон Республики Казахстан от 11 апреля 2014 года № 188-V «О гражданской защите»;

- Технический регламент «Требования к безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий». Утверждён постановлением Правительства Республики Казахстан от 17 ноября 2010 года № 1202;

- СН РК 1.02-03-2022 Порядок разработки, согласования, утверждения и состав проектной документации на строительство»;

- АГСК-1 «Перечень нормативных правовых актов и нормативно-технических документов в области архитектуры, градостроительства и строительства, действующих на территории Республики Казахстан» (с изменениями и дополнениями по состоянию на декабрь 2022 года) Одобрен протоколом Научно-технического совета Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства регионального развития Республики Казахстан от 6 августа 2021 года № 24-5-07/1989-вн;

- Правила обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов хвостовых и шламовых хозяйств, утверждёнными приказом Министра по инвестициям и развитию РК от 30 декабря 2014 г. № 349;

- Правила определения общего порядка отнесения зданий и сооружений к техническим и (или) технологически сложным объектам» (Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 28 февраля 2015 года № 165);

- Критерии безопасности водохозяйственных систем и сооружений № 172 от 2 июня 2021 года;

- ГОСТ 17.5.3.04-83 Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель;

- ГОСТ 17.1.3.13-86 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения;

- ГОСТ Р 70214-2022 Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения;

- ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация;

- ГОСТ 27751-2014 Надёжность строительных конструкций и оснований. Основные положения;

- СП РК 2.03-30-2017 Строительство в сейсмических районах;

- СП РК 3.04-101-2013 Гидротехнические сооружения;
- СП РК 3.04-109-2012 Гидротехнические сооружения речные;
- СП РК 3.04-105-2014 Плотины из грунтовых материалов;
- СН РК 3.04-03-2018 Основания гидротехнических сооружений;
- СП РК 3.04-107-2014 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов);
- СП РК 5.01-102-2013 Основания зданий и сооружений;
- СН РК 5.01-02-2013 Основания зданий и сооружений;
- СП РК 5.01-101-2013 Земляные сооружения, основания и фундаменты;
- СН РК 5.01-01-2013 Земляные сооружения, основания и фундаменты;
- СП РК 3.04-112-2013 Мелиоративные системы и сооружения;
- СН РК 3.04-11-2019 Мелиоративные системы и сооружения;
- СП РК 2.03-102-2012 Инженерная защита в зонах затопления и подтопления;
- СН РК 2.03-02-2012 Инженерная защита в зонах затопления и подтопления;
- МСН 2.03-01-2002 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения;
- СП РК 3.01-103-2012 Генеральные планы промышленных предприятий;
- СН РК 3.02-28-2011 Сооружения промышленных предприятий;
- СП РК 3.02-128-2012 Сооружения промышленных предприятий;
- СН РК 3.03-22-2013 Промышленный транспорт;
- СП РК 3.03-122-013 Промышленный транспорт;
- СП РК 3.03-101-2013 Автомобильные дороги;
- СН РК 3.03-01-2013 Автомобильные дороги;
- СП РК 3.05-103-2014 Технологическое оборудование и технологические трубопроводы;
- СП РК 4.01-103-2013 Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации;
- СН РК 4.01-03-2013 Наружные сети и сооружения водоснабжения и водоотведения;
- СНиП РК 4.01-02-2009 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения;
- СП РК 2.01-101-2013 Защита строительных конструкций от коррозии;
- СН РК 2.01-01-2013 Защита строительных конструкций от коррозии;
- СН РК 4.02-02-2011 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов;
- СП РК 4.02-102-2012 Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов;
- СН РК 4.01-05-2002 Инструкция по проектированию и монтажу сетей водоснабжения и канализации из пластмассовых труб;
- Методические рекомендации по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб № 41 от 19 сентября 2013;

– СН 550-82 Инструкция по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб;

– СН 551-82 – Инструкция по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полиэтиленовой плёнки для искусственных водоёмов;

– СН РК 3.01-03-2011 Генеральные планы промышленных предприятий;

– СП РК 1.03-106-2012 Охрана труда и техника безопасности в строительстве;

– СН РК 1.03-05-2011 Охрана труда и техника безопасности в строительстве;

– СП РК 4.01-106-2018 Проектирование сооружений для очистки поверхностных сточных вод;

– ГОСТ 21.101-97 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации;

– Рекомендаций по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полимерных рулонных материалов», В НИИГ им. Веденеева, «Гидрокор».

Основные технические решения разработаны с учётом рационального использования оборудования, коммуникаций, строительных конструкций, сооружений инженерного обеспечения.

1 Местоположение, краткая географическая и экономическая характеристика района строительства

В административном отношении ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие» (ТОО БГП) расположено в Жарминском районе, области Абай, на расстоянии 158 км от областного центра г. Семей. В непосредственной близости от предприятия на юго-западе находится рабочий посёлок Ауэзов, к 4 км к западу – пос. Шалабай.

Транспортная связь предприятия и посёлков с областным центром и г. Семей осуществляется по автодорогам с гравийным и асфальтовым покрытием. Ближайшая железнодорожная станция новой железной дороги Усть-Каменогорск – Шар – Алматы находится в посёлке Шалабай, узловая железнодорожная станция Шар расположена в 50 км от пос. Ауэзов. В районе также имеется сеть грунтовых просёлочных дорог, труднопроходимых для транспорта в весеннюю распутицу и в период снежных заносов зимой. Район достаточно населен и относительно развит в экономическом отношении. Население занято в горнодобывающей промышленности и сельском хозяйстве (животноводство и земледелие).

Электроснабжение населённых пунктов и промышленных предприятий осуществляется от ЛЭП электросети Восточно-Казахстанской области (Усть-Каменогорская ГЭС). Источником производственного водоснабжения является водохранилище на р. Кызылсу, а также подземные воды эксплуатируемого участка водозабора Кызылту.

Основной вид деятельности предприятия – добыча и переработка золотосодержащих руд Бакырчикского месторождения, которое приурочено к Кызыловской зоне смятия.

Бакырчикское горнодобывающее предприятие находится в 500-800 м от северной окраины пос. Ауэзов, проектируемые площадки реконструкции располагаются севернее существующей основной промплощадки рудника.

Хвостохранилище для складирования хвостов сульфидной флотации и склад углеродного продукта располагается в 3,5-4,5 км юго-восточнее от основной промплощадки ТОО «БГП».

2 Топографические, гидрологические, инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания

2.1 Топографические условия

ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие», в 2022 году выполнила работы по топографической съёмке для подготовки проектной документации на территории реконструируемого хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта. Топографическая съёмка выполнена в масштабе 1:500 с сечением рельефа горизонталями через 0,5 м методом. Съёмка надземных коммуникаций выполнялась одновременно с выполнением всего комплекса инженерно-геодезических работ.

В геоморфологическом отношении район проектирования приурочен к северо-западным отрогам Калбинского хребта. Рельеф территории представляет собой расчлененное низкое грядово-увалистое и мелкопочечное обилие. Общий уклон рельефа направлен с северо-востока на юго-запад. Крутизна склонов большей части малая и средняя, склоны изрезаны логами и ложинами.

2.2 Инженерно-геологические условия

ТОО «КИРГ» в 2023 году были выполнены работы по инженерно-геологическим изысканиям для подготовки проектной документации на территории реконструируемого хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта.

Инженерно-геологические изыскания выполнены для разработки проекта строительства предприятий, зданий и сооружений, которые обеспечили комплексное изучение инженерно-геологических условий выбранной площадки (участка, трассы) и прогноз их изменений в период строительства и эксплуатации с детальностью, достаточной для разработки проектных решений. В ходе инженерно-геологических изысканий получены материалы и данные для обоснования компоновки зданий и сооружений, конструктивных и объемно-планировочных решений, составления генерального плана проектируемого объекта, разработки мероприятий и сооружений по инженерной защите, охране геологической среды и созданию безопасных условий жизни населения, проекта организации строительства.

2.3 Инженерно-гидрометеорологические условия

ТОО «КИРГ» в 2023 году были выполнены работы по инженерно-гидрометеорологическим изысканиям для подготовки проектной документации на территории реконструируемого хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта.

2.3.1 Гидрометеорологическая изученность

Гидрометеорологическая изученность отражается в данных многолетних наблюдений Республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного

ведения «Казгидромет» Республики Казахстан (далее – РГП на ПХВ «Казгидромет») – метеостанция «Шалабай» (49.70, 81.51).

В соответствии с п. 3.24 СП РК 2.04-01-2017 в случае отсутствия в таблицах данных для района строительства, климатические параметры следует принимать равными климатическим параметрам ближайшего к нему пункта, приведенного в таблице. Так как по некоторым параметрам отсутствуют данные по метеостанции Шалабай, в отчете были приведены данные также по станции «Шар» (49.58, 81.04).

Работы выполнены в полевой и камеральный период.

2.3.2 Климатические условия

По схематической карте районирования территории Республики Казахстан для строительства из СП РК 2.04-01-2017 район проектирования относится к климатическому району I и подрайону IV. Климат района резко континентальный с продолжительной холодной зимой и коротким жарким и засушливым летом, большими сезонными и суточными колебаниями температуры воздуха. Согласно ГОСТ16350-80 климат района характеризуется как умеренно холодный. Самый холодный месяц – январь, самый теплый – июль. Критерии климатического районирования показаны в таблице (Таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Критерии климатического районирования

Климатические районы	Климатические подрайоны	Средне-сячная температура воздуха в январе, °С	Средняя скорость ветра за три зимних месяца, м/с	Средне-сячная температура воздуха в июле, °С	Среднемесячная относительная влажность воздуха в июле, %
I	IV	от минус 12 до минус 17	–	от 15 до 23	–

Ветровая нагрузка

Преобладающее направление ветров в районе месторождения «Бакырчик» - юго-восточное и северо-западное. Ветровые характеристики по данному району приведены в таблицах (Таблица 2.2, Таблица 2.3, Таблица 2.4).

Таблица 2.2 – Максимальная скорость ветра различной обеспеченности, (м/с)

Станция Шалабай	Максимальная скорость ветра обеспеченностью			
	2 %	4 %	5 %	50 %
Максимальная скорость ветра	25	23	23	13
Порывы ветра	31	28	28	15

Таблица 2.3 – Среднегодовая повторяемость (%) направления ветра и безветрия

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Безветрие
12	8	9	21	18	9	11	12	3,1

Таблица 2.4 – Средняя скорость ветра по направлению, (м/сек)

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
3,1	2,2	2,2	3,6	4,0	3,6	3,3	3,3

Снеговая нагрузка

Характеристические значения снеговой нагрузки на грунт определен по снеговым районам, указанным на карте «Районирование территории РК по снеговым нагрузкам на грунт (характеристическое значение, определяемое с годовой вероятностью превышения 0,02)». В соответствии с картой территория строительства относится к снеговому району III. Данные приведены на основании НТП РК 01-01-3.1.

Сведения о гололеде

Карта районирования по толщине стенки гололеда разделила страну на 4 гололедных района. Район проектирования относится к III району по толщине стенки гололеда, нормативная толщина стенки гололеда 20 мм.

2.3.3 Опасные гидрометеорологические процессы и явления

К опасным гидрометеорологическим явлениям относятся такие явления, которые при достижении определенных значений (или при появлении) могут нарушить производственную деятельность промышленных предприятий и вызвать материальный ущерб, но по своей интенсивности, продолжительности и площади распространения они не превышают критериев стихийных (особо опасных) гидрометеорологических явлений.

К стихийным гидрометеорологическим явлениям относятся природные процессы и явления, возникающие в атмосфере или у поверхности земли, которые по своей интенсивности (силе) могут распространяться и продолжаться, оказывать или могут оказать поражающее воздействие на людей, объекты экономики и окружающей среды.

По данным отчета опасные явления, влияющие на эксплуатацию хвостохранилища, отсутствует.

3 Состояние существующего хвостового хозяйства Бакырчикского горнодобывающего предприятия

Хвостовое хозяйство расположено в Республике Казахстан, Жарминском районе, области Абай, на расстоянии 158 км от областного центра г. Семей. В непосредственной близости от предприятия на юго-западе находится рабочий поселок Ауэзов, в 4 км к западу – пос. Шалабай.

Хвостохранилище хвостов сульфидной флотации и склад углеродного продукта являются искусственными ёмкостями, образованными ограждающими дамбами и естественным рельефом.

Согласно СН РК 3.04-01-2018 принят класс гидротехнического сооружения – II.

Согласно «Правилам определения общего порядка отнесения зданий и сооружений к техническим и (или) технологически сложным объектам» ГТС по уровню ответственности – II (нормальный уровень ответственности).

Класс капитальности хранилища (как ГТС в зависимости от высоты дамбы и типа грунтов основания) – III, принят согласно «Рекомендации по проектированию и строительству шламонакопителей и хвостохранилищ металлургической промышленности» п. 3.25 таблица 1.

Природный рельеф чаши хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации относительно ровный со слабым наклоном поверхности на юг и юго-запад к местному базису эрозии – руслу ручья Безымянный № 3. Абсолютные отметки поверхности изменяются в пределах от 421,60 до 465,0 м.

Площадка склада углеродного продукта располагается в северо-восточной части существующего хвостохранилища. Природный рельеф площадки со слабым наклоном поверхности на юго-запад к руслу ручья Безымянный № 3 имеет абсолютные отметки в пределах от 443,55 до 454,20 м.

Общая площадь земель, занятая объектами хвостового хозяйства составляет 163,5 га.

Эксплуатация сооружений осуществляется в соответствии с проектной документации «Золоторудное месторождение «Бакырчик». Хвостохранилище для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие», разработанное (шифр 34 02 07 072 00, г. Усть-Каменогорск, 2016 г.) и проектной документации «Корректировка проекта «Золоторудное месторождение Бакырчик» Хвостохранилище для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие» разработанное ТОО «Георесурс Инжиниринг» (шифр 34 02 07 072 00, г. Усть-Каменогорск, 2022 г.). Характеристики сульфидных хвостов и углеродного продукта представлены в таблицах (Таблица 3.1, Таблица 3.2).

Таблица 3.1 – Характеристика хвостов сульфидной флотации

Наименование	Ед. измерения	Кол-во	Примечание
Производительность фабрики по руде	т/ч	273,1	
Содержание твердого в пульпе	%	33,1	
Содержание твердого в пульпе, Т: Ж (по весу)		1:2,02	
Плотность пульпы	т/м ³	1,27	
Количество пульпы, поступающее в хранилище	м ³ /ч	552,1	(±20 %)
Расход твердого с пульпой	т/ч	232,1	(±20 %)
Расход воды с пульпой	м ³ /ч	468,7	(±20 %)
Расход оборотной воды	м ³ /ч	471,9	(±20 %)
Плотность скелета хвостов	т/м ³	1,4	
Плотность хвостов	-	-	
Плотность частиц хвостов	т/м ³	2,723	

Таблица 3.2 – Характеристика углеродного продукта

Наименование	Ед. измерения	Кол-во
Производительность фабрики по руде	т/ч	273,1
Содержание твердого в пульпе	%	10,5
Содержание твердого в пульпе, Т: Ж (по весу)		1:8,5
Плотность пульпы	т/м ³	1,07
Количество пульпы, поступающее в хранилище	м ³ /ч	45,2
Расход твердого с пульпой	т/ч	5,1
Расход воды с пульпой	м ³ /ч	43,3
Расход оборотной воды	м ³ /ч	110
Плотность скелета хвостов	т/м ³	-
Плотность хвостов	-	-
Плотность частиц хвостов	т/м ³	2,682

Сооружения, входящие в состав хвостового хозяйства:

- хвостохранилище для складирования хвостов сульфидной флотации;
- склад углеродного продукта;
- ограждающая дамба № 1;

- ограждающая дамба № 2;
- дамба № 3;
- дамба № 4;
- дамба № 5;
- насосная станция оборотного водоснабжения;
- насосная станция оборотного водоснабжения (резервная);
- насосная станция осветлённой воды № 1, № 2;
- водовод оборотной воды;
- водовод оборотной воды (резервный);
- водовод осветлённой воды;
- дренажная система;
- ложе хвостохранилища;
- магистральные и распределительные пульповоды;
- контрольно-измерительная аппаратура;
- нагорная канава;
- руслоотводной канал ручья Безымянный № 3.

3.1 Ограждающая дамба № 1

Максимальная проектная отметка ограждающей дамбы № 1 – 455,50. Ограждающая дамба № 1 состоит из 4-х очередей. Каждая очередь отсыпается в сторону низового откоса на подготовленное основание. Ширина дамбы по гребню по проекту заложена 10,0 м, при разработке рабочей документации по требованию Заказчика ширина гребня была увеличена до 12,0 м. Основные параметры ограждающей дамбы № 1 приведены в таблице (Таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Основные параметры ограждающей дамбы № 1

Параметры	1-я очередь	2-я очередь	3-я очередь	4-я очередь
Отметки гребня дамбы, м	441,50	446,50	451,50	455,50
Максимальная отметка уровня воды, м	440,00	445,00	450,00	454,00
Максимальная высота дамбы, м	20,00	25,00	30,00	34,5
Класс ГТС	II			
Длина ограждающей дамбы по оси гребня, м	596,88	672,74	748,36	800,18
Ширина дамбы по гребню, м	12			
Крутизна верхового откоса	1:3			
Крутизна низового откоса	1:2,5	1:2,5	1:3	1:3
Отметка бермы низового откоса, м	425,50	435,50	445,50	–
Ширина бермы низового откоса, м	3,00	3,00	3,00	3,00

Превышение гребня дамбы над уровнем воды принято 1,5 м.

По гребню ограждающей дамбы предусмотрен технологический проезд, трубопроводы на опорах, контрольно-измерительная аппаратура, мачты освещения. Ширина технологического проезда по гребню – 6,5 м (ширина обочин – 1 м). Устройство проезда выполнено из щебня толщиной 0,22 м, укладывается методом заклинки, основная фракция 40-70 мм, расклинивающая 0-40 мм. На низовом откосе ограждающей дамбы предусмотрены бермы шириной 3,0 м.

Ограждающая дамба № 1 отсыпана из местного крупнообломочного грунта вскрыши карьера $D_{cp} = 150$ мм максимальной крупностью 300 мм, частично на дамбу предыдущей очереди, частично в нижний бьеф ограждающей дамбы № 1 на предварительно спланированное и уплотненное основание.

Ограждающая дамба № 1 выполнена на естественном основании, которое состоит из:

- глины неогеновые по консистенции тугопластичные до твердых, средние слабовлажные, с суглинистым заполнителем до 20 %, щебня (5-15 %), дресвы (5-25 %);
- дресвяно-щебенистые, щебенисто-дресвяные грунты с супесчано-суглинистым заполнителем до 30 %, желтовато-серого цвета, средние по составу, полутвердые и твердые по консистенции, по влажности грунты-сухие;
- выветрелые и трещиноватые песчаники, плотные, серые и зеленовато-серого цвета.

В рамках первой очереди строительства конструкция противофильтрационного экрана ограждающей дамбы № 1 на верховом откосе была реализована по проектным решениям [6] и включала в себя: подстилающий и защитный слои из суглинка (глины), между которыми укладывался противофильтрационный элемент – гладкая полиэтиленовая геомембрана толщиной 1,5 мм. Поверх защитного слоя устраивался слой крепления из привозного крупнообломочного грунта вскрыши карьера $D_{cp} = 150$ мм. При строительстве 2-й – 4-й очередей конструкция противофильтрационного экрана была усилена за счёт применения текстурированной геомембраны и геотекстиля.

На гребне ограждающей дамбы № 1 предусмотрена анкерная траншея для фиксации всех защитных слоев дамбы.

К ограждающей дамбе № 1 обеспечен надёжный подъезд автотранспортных средств и механизмов в любое время года с обеих сторон.

3.2 Ограждающая дамба № 2

Максимальная проектная отметка ограждающей дамбы № 2 – 455,50 м. Согласно проекту, ограждающая дамба № 2 возводится в четыре очереди. Для оптимизации строительных работ ограждающая дамба № 2 была возведена на полную высоту в рамках 2-й очереди строительства (до отметки 455,50). Отсыпка очередей велась в сторону низового откоса ограждающей дамбы № 2 на подготовленное основание. Ширина ограждающей дамбы № 2 по гребню по проекту [6] заложена 10,0 м, при разработке

рабочей документации по требованию Заказчика ширина гребня была увеличена до 12,0 м. Конструкция ограждающей дамбы № 2 предусмотрена с учетом будущего наращивания дополнительных очередей. Основные характеристики ограждающей дамбы № 2 приведены в таблице (Таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Основные параметры ограждающей дамбы № 2

Параметры	1-я очередь	2-я очередь
Отметки гребня дамбы, м	446,50	455,50
Максимальная отметка уровня воды, м	445,50	454,00
Максимальная высота дамбы, м	5	13,7
Класс ГТС*	II	
Длина ограждающей дамбы по оси гребня, м	202,09	821,61
Ширина дамбы по гребню, м	12	
Крутизна верхового откоса	1:3	
Крутизна низового откоса	1:2	

Конструкция гребня, грунт и способ отсыпки ограждающей дамбы № 2 аналогичны приведённым в разделе 3.1.

К ограждающей дамбе № 2 обеспечен надёжный подъезд автотранспортных средств и механизмов в любое время года с обеих сторон, который выполняется аналогично проезду, приведённому в разделе 3.1, так же на гребне размещаются трубопроводы на опорах, контрольно-измерительная аппаратура, мачты освещения.

3.3 Дамба № 3

Дамба № 3 является разделительной дамбой между ёмкостью хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и картами склада углеродного продукта. Максимальная проектная отметка дамбы № 3 – 455,50 м. Дамба возведена согласно проекту, в рамках 1-й очереди на полную высоту. Ширина дамбы по гребню по проекту [6] заложена 10,0 м, при разработке рабочей документации по требованию заказчика ширина гребня была увеличена до 14,0 м. Крутизна верхового и низового откоса 1:3.

Дамба № 3 устроена на естественном основании. Грунт и способ отсыпки дамбы № 3 аналогичен приведённым в разделе 3.1.

Противофильтрационный экран дамбы № 3 устроен с двух сторон, согласно проекту ТОО «Литера 3». Конструкция экрана низового и верхового откосов дамбы № 3 аналогична конструкции верхового откоса ограждающих дамб № 1, 2.

Для пропуска строительных расходов в основании дамбы № 3 устраивается стальная труба ДН1020 мм. Трубы рассчитаны на пропуск строительных расходов ручья Безымянный № 3 в безнапорном режиме. После завершения эксплуатации трубы для

пропуска строительных расходов используется для отведения подземных вод из-под экрана хвостохранилища в дренажную насосную станцию.

К дамбе № 3 обеспечен надёжный подъезд автотранспортных средств и механизмов в любое время года с обеих сторон. По гребню дамбы № 3 предусмотрен технологический проезд, который выполняется аналогично проезду, приведённому в разделе 3.1, так же на гребне размещаются трубопроводы на опорах, контрольно-измерительная аппаратура, мачты освещения.

3.4 Дамба № 4

Дамба № 4 является разделительной дамбой карт для склада углеродного продукта. Отметка гребня дамбы № 4 – 455,50 м. Дамба № 4 возведена согласно проекту, в рамках 1-й очереди на полную высоту. Ширина дамбы № 4 по гребню по проекту [6] заложена 10,0 м, при разработке рабочей документации по требованию Заказчика ширина гребня была увеличена до 14,0 м. Крутизна верхового и низового откоса 1:3.

Противофильтрационные мероприятия, конструкция гребня, грунт и способ отсыпки дамбы № 4 аналогичны приведённым в разделе 3.3.

По гребню дамбы № 4 предусмотрен технологический проезд, который выполняется аналогично проезду, приведённому в разделе 3.1

Для пропуска строительных расходов в основании дамбы № 3 устраивается стальная труба ДН620 мм. Трубы рассчитаны на пропуск строительных расходов ручья Безымянный № 3 в безнапорном режиме. После завершения эксплуатации трубы для пропуска строительных расходов используется для отведения подземных вод из-под экрана хвостохранилища в дренажную насосную станцию.

3.5 Дамба № 5

Дамба № 5 предназначена для складирования углеродного продукта. Протяженность дамбы составляет 242,70 м. Отметка гребня дамбы № 5 – 457,00 м. Ширина дамбы по гребню составляет 13,0 м. Крутизна верхового откоса 1:3, низовой откос 1:4.

Дамба № 5 отсыпана на естественном основании.

Низовой откос укреплен защитным слоем из щебня и глины. На верховом откосе защитный экран состоит из: защитного слоя щебня, суглинка, противофильтрационного экрана из полиэтиленовой геомембраны толщиной 1,5 мм и выравнивающего слоя из суглинка. На гребне дамбы предусмотрена анкерная траншея для фиксации защитных слоев.

Технологический проезд по дамбе № 5 выполнен аналогично проезду, приведённому в разделе 3.1.

3.6 Плавающие насосные станции оборотного водоснабжения хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации

Плавающие насосные станции оборотного водоснабжения (плавающая насосная станция оборотного водоснабжения и плавающая насосная станция оборотного водоснабжения (резервная) предназначены для подачи осветленной воды из пруда хвостохранилища хвостов сульфидной флотации в ёмкость оборотной воды для использования в технологическом процессе ОФ.

Плавающие насосные станции оборотного водоснабжения обеспечивают подачу воды на фабрику с расходом: 450 м³/ч в пониженном режиме, 500 м³/ч в нормальном режиме и в пиковом режиме до 550 м³/ч по напорному полиэтиленовому трубопроводу. Предусмотрено техническое решение по недопущению примерзания льда к понтону насосной станции (подача воды напором по периметру насосной станции от независимого насоса).

Категория сооружения по степени обеспеченности подачи воды – II.

Перекачиваемая среда - осветленная (техническая) вода.

В плавающих насосных станциях оборотного водоснабжения установлено по 1 насосу ROITECH RT-SCDI 250/200-530 (двигатель TGM 355M 250 kW 4 pole, напряжение – 380 В, частота – 50 Гц, мощность – 250 Квт, обороты – 1490 об/мин, ток – 444 А), 1 насос системы антиобледенения 1K80-50-200 и 1 насос ВКС 1/16а для заполнения насоса системы антиобледенения. Для заполнения и запуска насоса ВКС 1/16а предусмотрена емкость – бак 20 л.

Для соединения с берегом предусмотрен гибкий трубопровод (ТЭНП) Дн 300 длиной 100,0 м с системой электрообогрева (греющим кабелем и утеплением).

Плавающие насосные станции оборотного водоснабжения через переходный мостик закреплены к берегу. Переходные мостики крепятся монолитным фундаментом. Для ограничения угловых перемещений насосной станции предусмотрена система якорения. Якорения станции осуществляется мертвыми якорями в виде бетонных блоков.

Режим работы плавающих насосных станций – автоматический без постоянного присутствия персонала.

3.7 Плавающие насосные станции осветлённой воды № 1, 2

Насосная станция осветленной воды (плавающая) предназначена для подачи осветленной воды из пруда-отстойника углеродного продукта в ёмкость хвостохранилища хвостов сульфидной флотации для отстаивания и последующего использования воды в технологическом процессе ОФ. Насосная станция осветленной воды включает в себя две плавающие насосные станции: НС осветленной воды № 1 и НС осветленной воды № 2.

По проекту [6] расположение насосных станции предполагалось на дамбе № 3, при разработке рабочей документации по требованию Заказчика насосные станции были

размещены на дамбе № 4, чтобы избежать замутнения воды из-за близкого расположения намывных выпусков пульповодов.

Плавучая насосная станция обеспечивает подачу воды с расходом 100 м³/час и напором – 25,0 м.

Категория сооружения по степени обеспеченности подачи воды – III.

Перекачиваемая среда - осветленная (техническая) вода.

В насосной станции установлено 2 насоса Flygt BS 2670 МТ (1 рабочий, 1 резервный), 1 насос системы антиобледенения 1К-80-50-200 и 1 насос ВКС 1/16а для заполнения насоса системы антиобледенения. Для заполнения и запуска насоса ВКС 1/16а предусмотрена емкость – бак 20 л.

Для соединения с берегом предусмотрен гибкий трубопровод (ТЭНП) ДN150 длиной 50,0 м с системой электрообогрева (греющим кабелем и утеплением).

Насосные станции через переходный мостик закреплены к берегу. Крепления переходных мостиков выполнены из монолитного фундамента. Для ограничения угловых перемещений насосных станций предусмотрены системы якорения.

Предусмотрено техническое решение по недопущению примерзания льда к понтону насосных станций (подача воды напором по периметру насосных станций от независимого насоса).

3.8 Водоводы оборотной воды

Водовод оборотной воды и водовод оборотной воды (резервный) предназначены для подачи осветленной воды из отстойного прудка хвостохранилища хвостов сульфидной флотации на обогатительную фабрику. Осветлённая вода из отстойного прудка хвостохранилища забирается плавучими насосными станциями оборотной воды, по напорным водоводам оборотной воды из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR 17-355x21,1 по ГОСТ 18599-2001 перекачивается в технологический процесс фабрики.

Водовод оборотной воды проложен в две нитки (1 рабочая, 1 резервная) в теплоизоляции толщиной 80 мм, с устройством ж.б. и скользящих опор. Ж.б. опоры устанавливаются через 100,0 м. Скользящие опоры устанавливаются через 3,0 м. Т. к. «мёртвых» опор по трассе водоводов не предусматривается, компенсаторы не устанавливаются, температурные расширения компенсируются углами поворотов трассы водовода.

3.9 Водовод осветлённой воды

Водовод осветленной воды предназначен для перекачки осветленной воды с карт № 1 и 2 склада углеродного продукта в хвостохранилище хвостов сульфидной флотации. Водовод проходит по гребню дамбы № 4, выполнен из труб ПЭ 100 SDR 17-200x11,9 в теплоизоляции толщиной 80 мм с греющим кабелем. Протяженность водовода составляет 342,6 м.

Перекачка осветленной воды по трубопроводу производится посредством плавучих насосных станций осветлённой воды № 1 и 2, работающих попеременно. Сброс осветленной воды, поступающей от плавучих насосных станций, производится в хвостохранилище хвостов сульфидной флотации.

По трассе водовода предусмотрено два трубопереезда: на дамбе № 4 и на пересечении с пульповодом углеродного продукта на дамбе № 3. По длине трассы водовода предусматривается установка ж.б. опор через 100 м и скользящих опор через 1,5 м.

В случае аварийной остановки насосной станции часть воды из водовода самотеком сливается в хвостохранилище хвостов сульфидной флотации, а часть поступает в обратном направлении к плавучим насосным станциям, где предусмотрена возможность аварийного опорожнения водовода.

3.10 Дренажная система

Дренажная система организована для предотвращения опасных геологических процессов и неблагоприятных инженерно-геологических явлений под хвостохранилищем хвостов сульфидной флотации и складом углеродного продукта, обеспечивает сбор и возврат дренажных вод в хвостохранилище хвостов сульфидной флотации.

3.10.1 Верховая дренажная система с насосными станциями

Верховая дренажная система включает: дренажные насосные станции № 1 и 2, систему дрен, обеспечивающих поступление дренажных вод в водоприемные колодцы, и напорные трубопроводы, по которым вода отводится от насосных станций в руслоотводной канал и нагорную канаву.

Дренажная система хвостохранилища включает в себя:

- организацию дренажа из перфорированных полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR 17-315x18.7 с устройством обратного фильтра;
- площадки из грунта вскрыши для размещения дренажных насосных станций № 1 и 2;
- насыпи для размещения напорных водоводов и проездов для их обслуживания;
- дренажные насосные станции, представляющих собой колодцы из стальной трубы Ø1420, и утепленное помещение над колодцем с расположенной в нем запорной арматурой и щитами управления.

На дне колодца насосной станции № 1 установлено 2 погружных насоса Grundfos DWK.O.13.100.55.5 ($Q = 50 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H = 20 \text{ м}$).

На дне колодца насосной станции № 2 установлено 2 погружных насоса Grundfos DWK.O.10.80.37.5 ($Q = 50 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H = 14 \text{ м}$).

Предусматривается включение и отключение насосов в зависимости от уровня воды в колодце.

Из колодцев дренажные воды перекачиваются по напорным стальным трубопроводам $\varnothing 159 \times 4,5$ в водоприемник: из насосной станции № 1 – в руслоотводной канал руч. Безымянный № 3; из насосной станции № 2 – в нагорную канаву и далее отводятся руслоотводным каналом руч. Безымянный № 3.

3.10.2 Низовая дренажная система с насосной станцией

Низовая дренажная система включает: дрены и коллектора, отводящие грунтовые воды из-под экрана хвостохранилища, дрены и коллектора, отводящие грунтовые воды из зоны нижнего бьефа ограждающей дамбы № 1, низовую дренажную насосную станцию с напорным трубопроводом.

Дренажная система хвостохранилища предусматривает:

- напорный водовод дренажных вод из стальной трубы $\varnothing 219 \times 6$ в теплоизоляции толщиной 80 мм с греющим кабелем. Водовод перекалывается при строительстве каждой новой очереди. Общая длина водовода дренажных вод 4-й очереди составляет 161,64 м. Для предотвращения продольного и поперечного перемещений напорного водовода дренажных вод на берме ограждающей дамбы № 1 4-й очереди предусмотрена неподвижная опора. Также по трассе напорного водовода дренажных вод устраиваются скользящие опоры через 5,0 м, выполняемые из антисептированного бруса;

- дренажный коллектор выполнен из стальной трубы $\varnothing 325 \times 9$ с антикоррозийным покрытием. Служит для отвода дренажных вод. Длина коллектора составляет 115,0 м;

- трубчатый дренаж проложен в дренажные траншеи под ограждающей дамбой № 1 и подключен к существующим дренажным коллекторам. Выполнен из трубы ПЭ 100 SDR 17-315 $\times$ 18,7 с фильтром из щебня фр. 40-70 мм без заполнителя, обернутого в геотекстиль. Геотекстиль нетканый иглопробивной из штапельных волокон. Общая длина трубчатого дренажа 4-й очереди – 59,0 м. В основании траншеи трубчатого дренажа устраивается выравнивающий слой из щебня фр. 5-20 мм толщиной 0,1 м ($K_{\text{сот}} = 0,95$), раскладывается геотекстиль, затем укладывается дренажная труба с отсыпкой послойно щебнем фр. 40-70 мм без заполнителя на проектную толщину и укрывается геотекстилем (нахлест 0,4 м);

- низовая дренажная насосная станция, которая представляет собой колодец из стальной трубы $\varnothing 1420$ и глубиной 8 м, на дне которого установлено 3 погружных насоса Grundfos DWK.E.10.100.220.5 ($Q = 60 \text{ м}^3/\text{ч}$, $H = 55 \text{ м}$). Предусматривается включение и отключение насосов в зависимости от уровня воды в колодце. Из колодца дренажные воды перекачиваются в емкость хвостохранилища по напорному стальному трубопроводу $\varnothing 219 \times 6$ длиной 280,0 м в теплоизоляции с обогревом.

3.11 Ложе хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта

В ложе хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта предусмотрен противифльтрационный экран. В качестве гидроизолирующего

элемента выступает геосинтетический материал – геомембрана из полиэтилена высокой плотности ПЭВП (HDPE) толщиной 1,5 мм. Конструкция противofильтрационного экрана предусматривает подстилающий и защитный слои.

3.11.1 Ложе хвостохранилища хвостов сульфидной флотации

Противofильтрационный экран ложа хвостохранилища хвостов сульфидной флотации включает: подстилающий слой из дресвяно-щебнистого грунта толщиной 0,3 м, поверх которого уложен выравнивающий слой из связных грунтов толщиной 0,2 м. Поверх выравнивающего слоя уложена полиэтиленовая геомембрана, поверх которой отсыпается защитный слой из связного грунта толщиной – 0,2 м. Поверх защитного слоя из связного грунта укладывается слой крепления из дресвяно-щебнистого грунта толщиной 0,3 м. Гидроизоляционный экран соединяется с гидроизоляционными экранами ограждающей дамбы № 1 и экраном дамбы № 3, крепиться в анкерной траншее по границе укладки. Ширина нахлеста полотнищ – 0,3 м. Геомембрана укладывается в направлении от границы укладки вниз по рельефу.

Для перехвата фльтрационных вод, поступающих через ограждающую дамбу № 2, в ложе хвостохранилища хвостов сульфидной флотации устроен противofильтрационный замок из связного грунта.

3.11.2 Ложе склада углеродного продукта

Устройство противofильтрационного экрана в ложе склада углеродного продукта выполняется аналогично представленному разделу 3.11.

3.12 Система гидротранспорта хвостов

3.12.1 Система гидротранспорта хвостов сульфидной флотации

Согласно проекту [6] предусматривается 2 магистральных пульповода хвостов сульфидной флотации выполняемых из труб ПЭ 100 SDR 17-355x21,1 мм, прокладываемые на низких деревянных опорах в две нитки (1 рабочая (левая нитка) 1 резервная (правая нитка)), в теплоизоляции матами из базальтового волокна толщиной 80,0 мм. Прокладка пульповодов – надземная. Согласно проекту, трасса пульповода хвостов сульфидной флотации (правой нитки) проходит вдоль подъездной автомобильной дороги № 1 на ограждающую дамбу № 1. Трасса пульповода хвостов сульфидной флотации (левой нитки) проходит по ограждающей дамбе № 2 к дамбе № 3 вдоль автодороги № 2. По трассе пульповодов устраиваются ж.б. и скользящих опор. Ж.б. опоры устанавливаются через 100,0 м. Скользящие опоры устанавливаются через 2,5 м. Т. к. «мёртвых» опор по трассе водоводов не предусматривается, компенсаторы не устанавливаются, температурные расширения компенсируются углами поворотов трассы водовода.

Распределительные пульповоды хвостов сульфидной флотации проложены по гребню ограждающей дамбы № 1 и дамбы № 3 в 1 нитку из труб ПЭ 100 SDR 17-355x21,1 мм. Трубы проложены надземно, аналогично магистральным пульповодам. По трассе распределительных пульповодов устраиваются рассредоточенные выпуски пульпы (по ограждающей дамбе № 1 – 31 шт., по дамбе № 3

– 24 шт.), выполненные из стальных труб $\varnothing 160 \times 6,3$ мм, расстояния между выпусками 25 м. По гребню ограждающей дамбы № 1 и дамбы № 3 также предусмотрено устройство 2-х сосредоточенных сбросов пульпы. На выпусках устанавливаются шланговые затворы, на сосредоточенных сбросах – шибберные задвижки. Протяженность пульповодов сульфидной флотации приведена в таблице (Таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Протяженность гидротранспорта хвостов сульфидной флотации по очередям

Гидротранспорт хвостов сульфидной флотации				
Нитка пульповода	1-я очередь	2-я очередь	3-я очередь	4-я очередь
Правая, м	2700	2610	2530	2748
Левая (по ограждающей дамбе № 1), м	1850	1724	1605	1888
Левая (по дамбе № 3)	-	2005	2462,5	-

Распределительный пульповод хвостов сульфидной флотации прокладывается по гребню ограждающей дамбы № 1 в одну нитку из труб ПЭ 100 SDR 17-400x23,7 мм. Прокладка труб надземная, аналогично магистральным пульповодам. На распределительных пульповодах предусмотрено устройство шланговых затворов, после которых на стальные патрубки монтируются рукава. Распределительные пульповоды секционированы дисковыми затворами по 3 рассредоточенных выпуска на секцию, по которым производится, намыв хвостов. Всего на гребне ограждающей дамбы № 1 предусмотрено устройство 29 рассредоточенных выпусков, расположенных с интервалом 27,5 м. Для выпуска воздуха с системы предусмотрены устройства из стальной трубы $\varnothing 38 \times 2,5$, а также шарового крана в количестве 3 шт.

По гребню ограждающей дамбы № 1 также предусмотрено устройство 6-х сосредоточенных сбросов пульпы, которые могут быть использованы совместно с двумя спускниками для опорожнения трубопровода в случае аварийной остановки. По трассе пульповода в четырех минимальных точках предусмотрено устройство аварийно-опорожнительных выпусков которые соединены с быстроразъёмными муфтами. Сброс пульпы через аварийный выпуск № 1 осуществляется в существующий аварийный пруд, опорожнение остальных выпусков осуществляется в чашу хвостохранилища. На точках выпуска для регулирования предусмотрена установка шибберно-ножевых задвижек с редукторным приводом.

3.12.2 Система гидротранспорта углеродного продукта

Согласно проектной документации [6] магистральный пульповод углеродного продукта уложен вдоль автодороги № 2, выполнен на низких опорах из деревянного бруса из труб ПЭ 100 SDR 17-160x9,5 мм в теплоизоляции толщиной 80,0 мм с электрообогревом, проложен в одну нитку. Прокладка пульповода – надземная. По трассе пульповодов устраиваются ж.б. и скользящие опоры. Ж.б. опоры

устанавливаются через 100,0 м. Скользящие опоры устанавливаются через 1,5 м. Т. к. «мёртвых» опор по трассе водоводов не предусматривается, компенсаторы не устанавливаются, температурные расширения компенсируются углами поворотов трассы водовода.

Распределительный пульповод по гребню дамбы № 3 проложен в 1 нитку из труб ПЭ 100 SDR 17-160x9,5 мм. Укладка труб выполнена аналогично магистральному пульповоду. По трассе пульповода устраиваются 10 выпусков, выполненных из трубы Ø 85 x 5,5 мм, расстояния между выпусками 50 м. По гребню дамбы № 3 также предусмотрено устройство 2-х сосредоточенных сбросов пульпы. На выпусках устанавливаются шланговые затворы, на сосредоточенных сбросах – шиберные задвижки.

Протяженность пульповода углеродного продукта приведена в таблице (Таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Протяженность гидротранспорта углеродного продукта по очередям

Гидротранспорт углеродного продукта	
1-я очередь, м	2835
2-я очередь, м	2685

Распределительные пульповоды секционированы дисковыми затворами по три выпуска.

Пересечение пульповодов с автодорогами предусматривается в железобетонных непроходных каналах и футлярах из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91.

Согласно проектной документации, разработанной ТОО «Георесурс Инжиниринг» [7] предусматривается устройство дополнительной нитки пульповода углеродного продукта из труб ПЭ 100 SDR 17-200x11,9 мм по ГОСТ 18599-2001. Протяженность трубопровода от здания ОФ до крайнего выпуска составляет 2833 м.

Распределительный пульповод по гребню дамбы № 3 проложен в 1 нитку из труб ПЭ 100 SDR 17-200x11,9 мм. Укладка труб надземная на низких опорах из деревянного бруса, выполнена аналогично магистральному пульповоду. По трассе пульповодов устраиваются ж.б. и скользящие опоры. Ж.б. опоры устанавливаются через 100,0 м. Скользящие опоры устанавливаются через 1,5 м. Т. к. «мёртвых» опор по трассе водоводов не предусматривается, компенсаторы не устанавливаются, температурные расширения компенсируются углами поворотов трассы водовода.

По трассе пульповода устраиваются 12 рассредоточенных выпусков, по 6 шт. для каждой карты склада углеродного продукта расстояние между выпусками 50,0 м. По гребню дамбы № 3 также предусмотрено устройство 1-го сосредоточенного сброса пульпы. На выпусках устанавливаются шланговые затворы, на сосредоточенном сбросе – шиберная задвижка. Для выпуска воздуха с системы предусмотрены устройства из стальной трубы Ø 38 x 2,5, а также шарового крана в количестве 3 шт.

3.13 Контрольно-измерительная аппаратура (КИА)

С целью обеспечения натуральных наблюдений за состоянием и динамикой изменений в ограждающих напорных элементах хвостохранилища, а также своевременного выявления и устранения дефектов, предупреждения аварийных и чрезвычайных ситуаций, в теле дамб и на прилегающей к сооружениям территории установлена контрольно-измерительная аппаратура согласно СНиП РК 3.04-01-2018 «Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования».

В ограждающих дамбах № 1 и 2 установлены: марки, пьезометры и наблюдательные скважины.

Марки установлены для наблюдения и отслеживания вертикальных и горизонтальных перемещений. Марки на дамбах поверхностные и глубинные, устанавливаются после наращивания дамб.

Поверхностные марки (МП) выполнены из металлической трубы Ø 83 x 5,5 мм. Верхний конец стержня имеет полусферическую головку из не окисляющегося металла, а нижний конец для лучшего контакта с грунтом заделывается в бетон. Верхний конец закрывается крышкой.

Глубинные марки (МГ) установлены на низовом откосе ограждающих дамб. Монтаж глубинных марок проводится на начальной стадии возведения дамб. Глубинные марки выполняются в виде набора труб, телескопически входящих друг в друга. Диаметры труб Ø 83 x 5,5; 95 x 5,5; 108 x 5,5; 127 x 5,5 мм.

Для контроля положения кривой депрессии в ограждающих дамбах устанавливались шахтные пьезометры.

Всего по проекту [6] предусматривалось 12 поверхностных марок и 3 глубинных марок, 12 шахтных пьезометров, но при наращивании очередей дамб количество КИА было увеличено. В теле ограждающей дамбы № 1 на этапе 4 очереди установлено: поверхностных марок – 18, глубинных марок – 3, пьезометрических скважин – 19. В теле ограждающей дамбы № 2 на 2 очереди установлено: пьезометрических скважин – 6, поверхностных марок – 5.

Наблюдения за изменениями уровней подземных вод на прилегающей территории осуществляется с помощью наблюдательных скважин, кроме того по скважинам наблюдается химический состав подземных вод. Их намечено разместить выше и ниже сооружения по склону (с северо-восточной и южной стороны хвостохранилища). Всего предусматривается 6 наблюдательных скважин.

3.14 Нагорная канава

Вдоль хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта предусмотрена нагорная канава для отвода поверхностного стока.

Параметры нагорной канавы: поперечное сечение трапецеидальной формы с откосами 1:1,5 с устройством кавальера, ширина по дну 1 м, расчетная глубина 0,2-0,3 м. Общая протяженность нагорной канавы 787,50 м.

Для сбора поверхностных вод по логу в начале нагорной канавы предусматривается устройство отсечной дамбы с зубом из суглинка в основании высотой 2,0 м, шириной по гребню 2,0 м, длиной 25,0 м. Крутизна откосов дамбы составляет 1:1,5, ширина гребня 4,0 м, отметка гребня 459,00 м. Дамба крепится дресвяно-щебенистым грунтом. Подошва зуба фактически доведена до водоупора (глины или кровли коренных пород). Участок с начала канавы до сопряжения с зубом закреплен камнем $D_{\text{ср.}} = 300$ мм, слоем 1,0 м. Укладка суглинка на бортах канавы производится послойно с уплотнением до $K_{\text{упл.}} = 0,95$.

Канавы выполняются в выемке с креплением русла камнем $D_{\text{ср.}} = 75$ мм, толщиной 0,2 м, по слою глины толщиной 0,2 м, с устройством тракторного проезда вдоль правого борта по направлению течения. Дно канавы шириной 1,0 м. Крутизна откосов тракторного проезда 1:5, ширина проезда 6,0 м.

Отводимый сток поверхностных вод сбрасывается в приемную емкость и далее отводится руслоотводным каналом ручья Безымянный № 3 в существующий ручей Алаайгыр.

3.15 Руслоотводной канал ручья Безымянный № 3

Руслоотводной канал ручья Безымянный № 3 предназначен для отвода расхода одноименного русла ручья в существующий ручей Алаайгыр.

Канал прокладывается в выемке, включает в себя водопроводящий и быстроточный участки. Поперечное сечение канала – трапецидальное, крутизна откосов – 1:1, ширина по дну 2,0 м. По трассе канала предусмотрено крепление дна и откосов камнем по слою суглинка на проводящих участках и с креплением монолитным бетоном по слою песчаной подготовки на быстротоке. За быстротоком предусмотрен водобойный колодец

Для приёма и направления стока с нагорной канавы и ручья Безымянный № 3 в руслоотводной канал в его начале устроена приемная емкость с креплением из дресвяно-щебенистого грунта $D_{\text{ср.}} = 100$ мм и отсечная дамба из суглинка. В дамбе предусмотрен зуб из суглинка, подошва которого фактически доведена до водоупора (глины или кровли коренных пород). Поверх слоя из суглинка дамба отсыпается дресвяно-щебенистым грунтом, поверх которого со стороны приемной емкости устраивается слой крепления камнем $D_{\text{ср.}} = 100$ мм, слоем 0,5 м.

Длина канала 2630 м, до входа в железобетонную трубу отв. 4,0 x 2,5 (проектируемая автомобильная дорога «Бакырчик – Бурсак», ПК 61+88). Ширина по дну 2,0 м, расчетная глубина потока 0,8 м, поперечное сечение принято трапецидальной формы с откосами 1:1.

Укрепление дна и откосов руслоотводного канала ручья Безымянный № 3 предусматривается:

– участок ПК 0 – ПК 16 – глина (коэффициент фильтрации 10^{-7} м/сут) толщиной слоя 30 см;

– участок ПК 16 – ПК 26+30 – монолитный бетон В20, F300, толщиной 10 см на слое бетонной подготовки В7,5 толщиной 10 см.

При разработке рабочей документации по требованиям разработчика ТОО «Литера 3» были внесены изменения. С ПК 0+00 до ПК 15+89,27 русло канала выполнено из суглинка, по суглинку выполняется крепление камнем. С ПК 15+89,27 до ПК 25+27,74 канал выполняется в виде быстротока м. С ПК 25+27,74 по ПК 25+49,87 устраивается водобойный колодец для гашения потока воды. Колодец крепиться камнем, наклонная грань от быстротока до дна колодца выполняется из монолитной ж.б. плиты. Крутизна откоса 1:2, ширина по дну канавы 5 м, ширина по дну котлована 5,45 м.

С ПК 25+49,87 по ПК 26+26,62 устраивается отводящий участок с креплением русла камнем. На участке отводящего канала на пересечении с автодорогой Бакыршик-Бурсак устроено водопропускное сооружение под насыпью автомобильной дороги, состоящее конструктивно из прямоугольной ж.б. трубы 4000 x 2500 мм. От конца водопропускного сооружения до конца канала крепление русла канала выполняется камнем.

Поперечное сечение канала трапецеидальное с крутизной откосов 1:1,5, ширина дна канала 2 м. Тракторный проезд шириной 6,5 м, крутизна откоса 1:1.

4 Исходные данные для проектирования

Исходными данными для проектирования являются следующие материалы:

- утверждённое задание на проектирование (приложение А к тому настоящей проектной документации);
- технологическое задание по выходу хвостов, свойствам хвостов обогащения и потребности обогатительной фабрики в оборотной воде;
- данные инженерных изысканий.

Исходные данные для проектирования приведены в таблице (Таблица 4.1, Таблица 4.2).

Таблица 4.1 – Исходные проектные данные сульфидного продукта

Хвосты флотации (сульфидный продукт)		
наименование	ед. изм.	величина
Годовая переработка	т	2 600 000
КИО ОФ	ед.	0,937
Время работы ОФ	суток	342
Производительность ОФ	т/ч	320
Выход хвостов	%	92,196
Содержание твердого	%	30
Содержание влаги	%	70
Твердая фаза	т/г.	2 397 096,00
	т/сут	7 008,95
	т/ч	292,04
Жидкая фаза	м³/г.	5 593 224,00
	м³/сут	16 354,22
	м³/ч	681,43
Всего хвостов	т/г.	2 397 096,00
	т/сут	7 008,95
	т/ч	292,04
	м³/г.	5 593 224,00
	м³/сут	16 354,22
	м³/ч	681,43
Средневзвешенный диаметр хвостов	мм	0,05

Хвосты флотации (сульфидный продукт)		
наименование	ед. изм.	величина
Отношение Т:Ж (по весу)	ед.	1:2,33
Потребность ОФ в воде всего	м³/г.	5 593 224,00
	м³/сут	16 354,22
	м³/ч	681,43
Удельный вес твердого (частиц)	т/м³	2,75
Удельный вес пульпы	т/м³	1,25
Плотность скелета хвостов	т/м³	1,35
Пористость укладываемых хвостов	%	35
Остаточное содержание реагентов	—	Ксантогенат калия бутилового, АЕРО 636, медный купорос, сода кальцинированная, ОРФ– 597, FD5, АЕРО 8045, жидкое стекло
Водородный показатель	ед.	9,00
Коэффициент неравномерности выхода хвостов	—	1,20
Температура пульпы:	°С	+5...+25
на выходе из фабрики/на выходе из пульповода		
Требования к качеству оборотной воды, менее	мг/л	1 000,00
Годовая переработка	т.	2 600 000
КИО ОФ	ед.	0,937

Таблица 4.2 – Исходные проектные данные углеродного продукта

Хвосты флотации (углеродный продукт)		
наименование	ед. изм.	величина
Время работы ОФ	суток	342
Производительность ОФ	т/ч	320
Выход хвостов	%	2,500
Содержание твердого	%	30
Содержание влаги	%	70
Твердая фаза	т/г.	65 000,00
	т/сут	190,06

Хвосты флотации (углеродный продукт)		
наименование	ед. изм.	величина
	т/ч.	7,92
Жидкая фаза	м³/г.	151 666,67
	м³/сут	443,46
	м³/ч	18,48
Всего хвостов	т/г.	65 000,00
	т/сут	190,06
	т/ч	7,92
	м³/г.	151 666,67
	м³/сут	443,46
	м³/ч	18,48
Средневзвешенный диаметр хвостов	мм	0,05
Отношение Т:Ж (по весу)	ед.	1:9
Потребность ОФ в воде всего	м³/г.	151 666,67
	м³/сут	443,46
	м³/ч	18,48
Удельный вес твердого (частиц)	т/м³	2,75
Удельный вес пульпы	т/м³	1,08
Плотность скелета хвостов	т/м³	1,20
Пористость укладываемых хвостов	%	35
Остаточное содержание реагентов	—	ОРФ597—вспениватель
Водородный показатель	ед.	9,00
Коэффициент неравномерности выхода хвостов	—	1,20
Температура пульпы:	°С	+5...+25
на выходе из фабрики/на выходе из пульповода		
Требования к качеству оборотной воды, менее	мг/л	1 000,00

Минеральный состав проб хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта приведены в таблице (Таблица 4.3) согласно задания на проектирование (приложение А настоящей проектной документации).

Таблица 4.3 – Минеральный состав хвостов сульфидной флотации

Минералы	Содержание, %				
	рудное тело № 1 (кern)	рудное тело № 12	рудное тело № 8	рудное тело № 9 (кern)	рудные тела №№ 4, 5, 7
Кварц	43,4	43,5	38,0	48,8	25,8
Мусковит	23,7	25,1	26,4	17,3	28,3
Хлорит	7,7	5,3	4,6	3,5	9,2
Каолинит	1,1	0,5	0,6	0,5	2,3
Альбит	4,8	7,0	10,7	6,3	11,5
Микроклин	4,4	4,2	3,6	12,6	5,2
Кальцит	3,2	0,5	0,8		0,8
Доломит	1,2	0,6	0,3	0,6	1,0
Анкерит	3,3	1,6	5,5	5,8	6,8
Сидерит	2,6	6,1	4,2	0,5	5,2
УВ	1,7	1,2	2,4	1,3	1,0
Апатит	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4
Титанит	0,1	0,3	0,2	0,1	-
Рутил	0,5	0,5	0,6	0,4	0,7
Циркон	0,02	0,02	0,03	0,01	0,04
Пирит	0,40	0,35	0,30	0,25	0,10
Пирит – As	0,25	0,35	0,15	0,10	0,10
Арсенопирит	1,05	1,90	1,20	1,60	1,60
Стибнит	0,01	0,8	<0,01	0,01	0,02
Сфалерит	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Халькопирит	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02
Галенит	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Блеклая руда	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Остаточная сульфидизация: 0,25-0,45 % масс. (As 0,085 % масс усреднено). В поверхностных условиях окисление сульфидов с высвобождением серной кислоты.

Углерод органический преимущественно механически связанный в силикатной матрице (в кварц-серицитовых агрегатах), представлен графитом, керитом, битумами, редко аморфным углеродом. Усреднено $C_{орг.}$ до 1,5 % масс.

Состав шламовой фракции преимущественно серицит-углисто-глинисто-карбонатный.

Минералогический состав усредненный (% массовые, варьирует):

- кварц 35-55 %;
- листовые алюмосиликаты (мусковит (серицит), хлориты) 35-45 %;
- полевые шпаты 5-10 %;
- карбонаты (сидерит, анкерит, кальцит) 3,5-6,5 %;
- глинистые (и гидрослюды) 2-7 %;
- углистое вещество 1,2-2,5 %;
- сульфиды (пирит, арсенопирит) до 0,5 % (в пропорции 4:3 (пирит преобладает), редко до 1:1).

5 Описание принятых основных технических решений проектируемого хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2

Настоящая проектная документация разработана с учётом рационального использования оборудования, коммуникаций, строительных конструкций, сооружений инженерного обеспечения и существующей границы земельного отвода.

Проектом предусматривается реконструкция хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и строительство склада углеродного продукта № 2 обогатительной фабрики Бакырчикского ГОКа. Хвостохранилище хвостов сульфидной флотации и склад углеродного продукта - наливного типа. Тип в зависимости от рельефа района – косогорный, по способу устройства – постепенного возведения.

На основании действующих нормативных документов для реконструируемого хвостохранилища принято:

- класс гидротехнического сооружения – I (согласно СП РК 3.04-101-2013);
- уровень ответственности сооружение I – повышенный согласно «Правилам определения общего порядка отнесения зданий и сооружений к техническим и (или) технологически сложным объектам» (Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 28 февраля 2015 года № 165).

Хвостохранилище хвостов сульфидной флотации образовано реконструируемыми ограждающими дамбами № 1, 2 и дамбой № 5, проектируемой дамбой № 7 и естественным рельефом. Склад углеродного продукта № 2 образован реконструируемой дамбой № 5, проектируемой дамбой № 6 и естественным рельефом. Хвостохранилище хвостов сульфидной флотации и склад углеродного продукта № 2 в плане имеют неправильную форму.

Реконструкция хвостохранилища хвостов сульфидной флотации осуществляется в пять этапов (четыре очереди), строительство склада углеродного продукта № 2 осуществляется в рамках 2-го этапа (5-й очереди).

Основные параметры хвостохранилища хвостов сульфидной флотации по этапам приведены в таблице (Таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Основные параметры хвостохранилища хвостов сульфидной флотации

Параметры	5-я очередь	6-я очередь	7-я очередь	8-я очередь
Объем хвостохранилища полезный, млн м ³	5,87	12,30	18,40	28,15
Площадь хвостохранилища полезная, млн м ²	1,74	1,86	1,98	2,12
Вместимость хвостохранилища, млн м ³	5,06	12,30	17,52	27,80
Коэффициент использования емкости хвостохранилища (коэффициент заполнения)	0,86	1,00	0,95	0,99
Примечания 1 Объем хвостохранилища полезный – объем чаши в пределах проектной отметки ее заполнения хвостами, шламами, илами и водой.				

Параметры	5-я очередь	6-я очередь	7-я очередь	8-я очередь
2 Площадь хвостохранилища полезная – площадь горизонтальной проекции ложа хвостохранилища в пределах отметки его заполнения. 3 Вместимость хвостохранилища – количество хвостов, которое можно уложить в хранилище при принятой в проекте технологии его заполнения. 4 Коэффициент использования емкости хвостохранилища (коэффициент заполнения) – отношение вместимости к полезному объему хвостохранилища. 5 Плотность скелета хвостов принята 1,35 т/м³ для хвостов сульфидной флотации согласно ТЗ. Плотность частиц хвостов 2,78 т/м³ для хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта принято согласно ТЗ 6 Всего за период с 2026 по 2040 г. в хвостохранилище хвостов сульфидной флотации требуется разместить 26 634 400 м³ хвостов при объеме отстойного прудка на конец эксплуатации не более 0,93 млн м³.				

Для размещения углеродного продукта в рамках 5-й очереди (2-го этапа) организуется новый склад углеродного продукта – склад углеродного продукта № 2, полезным объемом 1,24 млн м³, состоящий из двух карт: 0,48 и 0,76 млн м³.

Строительство склад углеродного продукта № 2 осуществляется в один этап. Основные параметры склада углеродного продукта № 2 приведены в таблице (Таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Основные параметры склада углеродного продукта № 2

Параметры	1-я и 2-я карты
Объем склада углеродного продукта № 2 полезный, млн. м ³	1,24
Площадь склада углеродного продукта № 2 полезная, тыс. м ²	319,00
Вместимость склада углеродного продукта № 2, тыс. м ³	1,18
Коэффициент использования емкости склада углеродного продукта № 2 (коэффициент заполнения)	0,95
Примечания 1 Плотность скелета хвостов принята 1,2 т/м³ для хвостов углеродного продукта согласно ТЗ. 2 Плотность частиц хвостов 2,78 т/м³ для хвостов углеродного продукта принято по ТЗ. 3 Всего за период с 2026 по 2040 г. в склад углеродного продукта № 2 требуется разместить 812,5 тыс. м³ хвостов при объеме отстойного прудка на конец эксплуатации 138 тыс. м³ для 1-й карты и 230,0 тыс. м³ для 2-й карты.	

Для увеличения вместимости хвостохранилища хвостов сульфидной флотации выполняется реконструкция существующего склада углеродного продукта под складирование хвостов сульфидной флотации: производится откачка отстойного пруда с карт 1 и 2 склада углеродного продукта, засыпка карт крупнообломочным грунтом слоем 1,0 м поверх уложенных хвостов. Решение засыпки (экранирования) карт углеродного продукта крупнообломочным грунтом обусловлена технологической особенностью недопущения совместного складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта.

План проектируемого хвостохранилища хвостов сульфидной флотации 8-й очереди и склада углеродного продукта № 2 представлен на чертеже 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР, лист 2.

5.1 Ограждающие дамбы и дамбы хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2

Увеличение ёмкости хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и строительство склада углеродного продукта № 2 осуществляется путём наращивания ограждающих дамб № 1, 2, дамбы № 5 и строительства дамб № 6, 7 с расширением ложа хвостохранилища.

Ограждающие дамбы № 1 и 2 и дамбы № 5–7 по типу – земляные, насыпные с противофильтрационным элементом в виде сплошного экрана на внутренних откосах и в ложе из геосинтетического материала. До начала строительства сооружений выполняется снятие плодородно-растительного слоя толщиной 0,2 м (уточняется по ИГИ). Основные параметры ограждающих дамб № 1 и 2 и дамб № 5–7 по очередям приведены в таблице (Таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Основные параметры ограждающих дамб № 1 и 2 и дамб № 5-7

Наименование	Ограждающая дамба № 1	Ограждающая дамба № 2	Дамба № 5	Дамба № 6	Дамба № 7
Отметки гребня дамбы, м: - 5-я очередь; - 6-я очередь; - 7-я очередь; - 8-я очередь.	459,5 463,5 467,0 472,0	459,5 463,5 467,0 472,0	472,0	472,0	472,0
Максимальная отметка уровня воды, м - 5-я очередь; - 6-я очередь; - 7-я очередь; - 8-я очередь.	458,0 462,0 465,5 470,5	458,0 462,0 465,5 470,5	470,5	470,5	470,5
Максимальная высота дамбы, м - 5-я очередь; - 6-я очередь; - 7-я очередь; - 8-я очередь.	40,5 44,5 48,0 53,0	18,5 22,5 26 31	20	18	17
Длина ограждающей дамбы по оси гребня, м - 5-я очередь; - 6-я очередь; - 7-я очередь; - 8-я очередь.	1382 1548 1601 1753	307 350 466 596	740	400	107
Вид работ	реконструкция	реконструкция	реконструкция	проектируемая	проектируемая
Ширина по гребню, м	12	13	14	14	14
Крутизна верхового откоса	1:3				
Крутизна низового откоса	1:2,5	1:2,5	1:3	1:3	1:3
Ширина бермы наружного откоса, м	13 (5 оч.), 6 (6-8 оч.)	6	–	–	–
Примечания 1 Дамбы № 5, 6 относятся к складу углеродного продукта № 2, дамба № 7 к хвостохранилищу хвостов сульфидной флотации. Указанные сооружения строятся на максимальную высоту в один этап в рамках строительства 5-й очереди.					

Наименование	Ограждающая дамба № 1	Ограждающая дамба № 2	Дамба № 5	Дамба № 6	Дамба № 7
2 Дамба № 5 является разделительной дамбой между хвостохранилищем хвостов сульфидной флотации и складом углеродного продукта № 2. 3 Дамба № 7 также является сооружением инженерной защиты для создания аккумулирующей ёмкости поверхностного стока (полезный объём – 200 тыс. м³), аккумулирующим сток с прилегающей территории. 4 Ширина бермы наружного откоса ограждающей дамбы № 1 5-й очереди (13 м) принята с учётом технологии производства работ. Максимальная высота ограждающей дамбы № 1 хвостохранилища хвостов сульфидной флотации составит 53,0 м (8-я очередь), что классифицирует её как гидротехническое сооружение I класса в соответствии с СП РК 3.04-101-2013 и I (повышенного) уровня ответственности в соответствии с «Правилами определения общего порядка отнесения зданий и сооружений к технически и (или) технологически сложным объектам», утвержденные приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 28 февраля 2015 года № 165.					

Ограждающие дамбы № 1 и 2 и дамба 5 отсыпаются из местного крупнообломочного грунта вскрыши карьера $D_{\text{ср}} = 150$ мм максимальной крупностью 300 мм, частично на дамбу предыдущей очереди, частично в нижний бьеф на предварительно спланированное и уплотненное основание.

Дамбы № 6-7 отсыпаются из местного крупнообломочного грунта вскрыши карьера $D_{\text{ср}} = 150$ мм максимальной крупностью 300 мм на предварительно спланированное и уплотненное основание.

Отметка гребня проектируемых ограждающих дамб № 1 и 2 и дамб № 5-7 над уровнем воды принята 1,5 м.

Расчёт превышения гребня ограждающих дамб № 1 и 2 и дамб № 5-7 над максимальным уровнем воды приведён в приложение Б настоящей проектной документации.

Хвостохранилище хвостов сульфидной флотации и склад углеродного продукта № 2 запроектированы наливными, ширина пляжа не регламентирована и допускается напор воды непосредственно на дамбу.

По гребню ограждающих дамб № 1 и 2 и дамб № 5-7 предусмотрены: технологический проезд, трубопроводы на опорах, контрольно-измерительная аппаратура, мачты освещения. Ширина технологического проезда по гребню – 4,5 м (ширина обочин – 1,0 м). Крепление проезда общей толщиной 0,6 м предусмотрено покрытием из щебня М1200 фр. 20-40 мм с заклинкой фракционным мелким щебнем по ГОСТ 8267-93 толщиной 0,30 м по основанию. На внешнем откосе при наращивании ограждающих дамб № 1 и № 2 5-й–8-й очередей устраиваются бермы шириной 6,0 м (ширина бермы ограждающей дамбы № 1 5-й очереди составляет 13,0 м, что обусловлено необходимостью соблюдения технологии возведения дамбы).

Ко всем дамбам хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 организован подъезд для автотранспортных средств и механизмов в любое время года.

Крутизна верхового откоса проектируемых ограждающих дамб № 1, 2, а также низового и верхового откосов дамб № 5- 7 принята 1:3 с учётом требований СП РК 3.04-105-2014 «Плотины из грунтовых материалов» и СН 551-82 «Инструкция по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полиэтиленовой плёнки для искусственных водоёмов». Крутизна низовых откосов ограждающих дамб № 1, 2 принята 1:2,5.

Выбор конструкции ограждающих дамб № 1 и 2, дамб № 5-7 и конструктивных элементов обусловлен наличием местных строительных материалов, из которых будет выполняться строительство ГТС, а также экологическими и экономическими соображениями.

Укладка противофильтрационного элемента производится специализированными организациями, являющимися членами Международной ассоциации монтажников геосинтетики с соответствующими лицензиями на данный вид работ Национального Агентства Контроля Сварки (НАКС) и имеющими опыт укладки

геосинтетических материалов на аналогичных объектах. Контроль качества укладки геосинтетического материала должен проводиться как в процессе производства работ, так и полностью готового противофильтрационного элемента.

Отсыпка тела ограждающих дамб № 1 и 2 и дамб № 5-7 производится с послойным уплотнением (толщина слоя не более 1,0 м) в соответствии с СП РК 3.04-109-2012 «Гидротехнические сооружения речные» и СП РК 5.01 101 2013 «Земляные сооружения, основания и фундаменты», а также отчета по результатам экспериментального уплотнения крупнообломочного грунта для выявления оптимального метода укладки и уплотнения в гидротехнические сооружения. Коэффициент уплотнения грунта конструктивных слоёв принят не менее 0,95 от максимальной плотности сложения грунта, определённой для грунтов оптимальной влажности.

Степень уплотнения, плотность, влажность и гранулометрический состав и требуемые технологические параметры отсыпаемых грунтов контролируется строительной лабораторией. Укладка мёрзлого связного грунта и льда в гидротехнические сооружения, защитные и переходные слои и т. д. не допускается.

После планировки откосов ограждающих дамб № 1 и 2 и дамб № 5-7, основания, и их уплотнения, устраивается анкерная траншея на гребне дамб. После устройства всех защитных слоев выполняется обратная засыпка анкерной траншеи дресвяно-щебенистым грунтом.

Планы развития и основные объемы работ с разделением по очередям приведены на чертежах 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР листы 2-5, сечения по хвостохранилищу хвостов сульфидной флотации и складу углеродного продукта № 2 приведены на чертежах 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР листы 6-7, разрезы по ограждающим дамбам № 1 и 2 и по дамбам № 5 – 7 приведены на чертежах 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР, листы 8-22, продольные профили по хвостохранилищу хвостов сульфидной флотации и складу углеродного продукта № 2 приведены на чертежах 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР, листы 23-26, конструкции гребней дамб приведены на чертеже 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР, лист 29.

5.2 Противофильтрационные мероприятия хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2

В качестве противофильтрационных мероприятий предусмотрены:

- экран из геосинтетических материалов;
- дренажная система.

Противофильтрационный экран ограждающих дамб № 1, 2 выполняется при наращивании каждой очереди (соответствующего этапа), сопрягается с существующим экраном предыдущей очереди, ложем хвостохранилища хвостов сульфидной флотации, создавая единую противофильтрационную конструкцию. Противофильтрационный экран склада углеродного продукта № 2 и дамб № 5, 6, 7 выполняется полностью в рамках первого этапа строительства.

В качестве противофильтрационного элемента принят искусственный (геосинтетический) материал – полимерная геомембрана (из полиэтилена высокой плотности) толщиной 1,5 мм HDPE-ST, имеющую текстурированную поверхность с одной стороны (устанавливается на откосах дамб и насыпей).

Поверх геомембраны HDPE-ST предусматривается слой из геотекстиля, который выполняет защитную функцию. В качестве защитного геотекстиля предлагается использовать полипропиленовый нетканый геотекстиль иглопробивной из штапельных волокон плотностью не менее 800 г/м², соответствующий международным техническим условиям и требованиям. Полотна геотекстиля укладываются параллельно с нахлестом не менее 0,3 м и могут быть сварены.

Геомембрана из полиэтилена высокой плотности и HDPE-ST, толщиной 1,5 мм должна соответствовать стандарту GRI GM13 «Стандартные технические условия. Свойства, частота проведения испытаний и рекомендуемые гарантии для гладких и текстурированных геомембран из полиэтилена высокой плотности» указаны в таблице (Таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Технические характеристики текстурированной геомембраны из полиэтилена высокой плотности HDPE-ST, толщиной 1,5 мм

Параметры	Ед. изм.	Текстурированная геомембрана с одной стороны
Плотность	г/см ³	≥ 0,932
Индекс расплава полиэтилена	г/10 мин	≤ 1,0
Толщина (мин. ср.)	мм	1,5
Высота выступа текстуры (мин. ср.)	мм	≥ 0,40
Отклонение от толщины	%	Ном. (-5 %). (-10 %) на 1 показатель для 8 из 10 значений. (-15 %) на 1 показатель на 10 измерений
Плотность (мин. ср.)	г/см ³	≥ 0,940
Содержание сажи (диапазон)	%	2,0-3,0
Дисперсия технического углерода	категория	1-2
Индекс расплава полиэтилена	г/10 мин	1,0
Прочность при разрыве (мин. ср.)	кН/м	16
Относительное удлинение при разрыве (мин. ср.)	%	100
Предел текучести (мин. ср.)	кН/м	22
Относительное удлинение при пределе текучести (мин. ср.)	%	12
Прочность на прокол (мин. ср.)	Н	400
Сопротивление раздиру (мин. ср.)	Н	187

Параметры	Ед. изм.	Текстурированная геомембрана с одной стороны
Сопротивление растрескиванию при напряжении	часов	500
Потеря прочности (мин. ср.) после 90 сут старения при 85 °С	% от исходного значения	45
Потеря прочности (мин. ср.) после 1600 ч облучения УФ	% от исходного значения	50
Индукционное время окисления (ИВО) (мин. ср.): Стандартное ИВО ИВО высокого давления	мин	100 400

Значение угла трения должно приниматься во внимание при выборе геосинтетических материалов противофильтрационного устройства дамбы. Работы по строительству противофильтрационных экранов с применением полимерной геомембраны следует вести в строгом соответствии с СН 551-82 «Инструкция по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полиэтиленовой плёнки для искусственных водоёмов», а также международными инструкциям по укладке геомембраны, основанных на рекомендациях IAGI (Международной ассоциации монтажников геосинтетики), руководства производителя, «Рекомендаций по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полимерных рулонных материалов», ВНИИГ им. Веденеева, «Гидрокор» и СН 551-82 «Инструкция по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полиэтиленовой плёнки для искусственных водоёмов», а также согласно «Стандартной процедуры обеспечения качества при инсталляции геомембран» разработанной Международной ассоциации монтажников геосинтетики. В качестве основного метода сварки используется контактная сварка с образованием нахлесточного шва с получением двойного шва с каналом для испытания герметичности. Сварка швов осуществляется специальными сварочными аппаратами. Параметры процесса сварки автоматически фиксируется в протоколе, который распечатывается сварочным аппаратом. Контроль качества швов производится посредством подачи в шов сжатого воздуха или вакуумным методом. Геомембрана и прутки для экструзионной сварки должны быть выполнены из идентичного материала. Экструзионный шов требуется выполнять только в случаях ремонта повреждений, возникших в период монтажа материала (установка заплаток), а также обварки сопряжений геомембраны с трубами, бетонными конструкциями и т.п. Количество прутка определяет монтажная организация.

Должны соблюдаться следующие требования:

- укладку геомембраны следует выполнять на тщательно подготовленную, спланированную поверхность без острых предметов и строительного мусора;
- запрещено движение транспортных средств по поверхности уложенной геомембраны;

- запрещено ходить в обуви, которая может проколоть, поцарапать или нанести другие повреждения материалу;
- монтажные работы не должны осуществляться если влажность не позволяет произвести соответствующую подготовку основания, размещение полотнищ и их сварку;
- не допускается натяжение или провисание геомембраны над основанием;
- следует убрать все складки на поверхности геомембраны, которые были вызваны её перемещением или температурным воздействием;
- поверхность геомембраны должна быть однородной, без пор, гладкой и водонепроницаемой.

Работы по укладке противофильтрационного элемента из полиэтиленовой геомембраны выполняются специализированной строительной организацией, имеющей опыт аналогичных работ и соответствующее оборудование. Монтажные работы выполняются квалифицированными специалистами с аттестацией Национального Агентства Контроля Сварки (НАКС).

Перед проведением обратной засыпки уложенной и сваренной геомембраны, все швы должны быть проверены неразрушающим методом по всей длине шва. Выявленные дефекты должны быть исправлены, повторно протестированы и отмечены как полностью устранённые. Контроль качества сварных швов на герметичность производится: для двойных швов – тестированием избыточным давлением; для экструзионных швов – тестированием с помощью вакуумной ванны. Только после проверки поверхности геомембраны и герметичности сварных швов может быть выполнена отсыпка защитного слоя грунта.

После устройства защитных слоёв грунта, выполняется контроль качества противофильтрационного экрана неразрушающим методом – геофизический контроль. Только после полной проверки методом геофизического контроля сплошности гидроизоляционного экрана сооружение вводится в эксплуатацию.

5.2.1 Противофильтрационный экран ограждающих дамб

В качестве противофильтрационного элемента ограждающих дамб принят искусственный (геосинтетический) материал – полимерная геомембрана (из полиэтилена высокой плотности) толщиной 1,5 мм (описание приведено в разделе 5.2).

На укатанный и уплотненный внутренний откос тела дамбы устраивается подстилающий слой из суглинка (глины) толщиной 0,2 м, с послойным уплотнением до $k_{\text{сот}} = 0,95$. На подготовленный подстилающий слой укладывается противофильтрационный элемент из геосинтетических материалов (геомембрана и геотекстиль, (описание приведено в разделе 5.2). Далее устраивается защитный слой из крупнообломочного грунта фр. 20-50 мм толщиной 0,5 м. Крепление внутреннего откоса от размыва принято из крупнообломочного грунта без заполнителя $d_{\text{ср}} = 150$ мм толщиной 0,5 м. Толщина крепления верхового откоса ограждающей дамбы принята согласно расчёту, приведённому в приложении В настоящей проектной документации.

Во избежание повреждения противофильтрационного элемента (геомембраны) крупнообломочным грунтом, предусматривается защитный слой из геотекстиля (описание приведено в разделе 5.2).

Конструкция противофильтрационного экрана ограждающих дамб приведена на чертеже 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР, лист 29, сечения по хвостохранилищу приведены на чертежах 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР, листы 6-22.

5.2.2 Противофильтрационный экран ложа хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2

В ложе хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 предусмотрена текстурированная геомембрана из полиэтилена высокой плотности HDPE-ST, толщиной 1,5 мм. В точках рельефа с крутизной откоса более 1:3 и на откосах насыпей выполняется планировка по месту с уклонами, не превышающими минимально допустимого значения для укладки геомембраны. Технические характеристики и текстурированной геомембраны приведены в таблице (Таблица 5.4).

Геомембрана укладывается на подстилающий слой из суглинка (глины), толщиной 0,2 м который отсыпается на подготовленное, спланированное и уплотнённое естественному основанию.

В качестве устройства защитного слоя экрана ложа хвостохранилища из геомембраны предусматривается защитный слой из суглинка (глины) толщиной 0,5 м.

Согласно отчёта по инженерно-гидрометеорологическим изысканиям [3], толщина льда: средняя – 120 см, максимальная 170 см.

Конструкция ложа хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 приведена на чертеже 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР, лист 2*, сечения по хвостохранилищу приведены на чертежах 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР, листы 6-22.

5.3 Дренажная система

Основным мероприятием, предотвращающим опасные геологические процессы и неблагоприятные инженерно-геологические явления под сооружениями хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 является создание эффективной дренажной системы, обеспечивающей сбор и возврат дренажных вод в хвостохранилище хвостов сульфидной флотации.

В качестве дренажной системы предусмотрена организация дренажных насосных станций с трубчатым дренажем:

- низовая дренажная насосная станция (реконструируемая);
- низовая дренажная насосная станция № 2 (проектируемая).

Дренажи по характеру пространственного расположения водоприемного и водоотводящего конструктивных элементов – горизонтальные.

План дренажной системы с разделением по очередям и основные объёмы работ приведены на чертеже 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР, лист 27.

5.3.1 Низовые дренажные насосные станции

Предусматривается устройство двух низовых дренажных насосных станций в нижнем бьефе ограждающей дамбы № 1: низовая дренажная насосная станция (далее низовая ДНС) и низовая дренажная насосная станция № 2 (далее низовая ДНС № 2).

Низовая ДНС и низовая ДНС № 2 являются новым строительством.

В низовой ДНС устанавливается 3 рабочих насоса производительностью 350 м³/ч каждый. Резервный насос располагается на складе. Суммарная производительность низовой ДНС составит 1050 м³/ч. Возврат дренажных вод в хвостохранилище из колодца низовой ДНС осуществляется насосами по напорному водоводу дренажной воды № 1 DN400, который прокладываются надземно на опорах из бруса в теплоизоляции и электрообогревом.

В низовой ДНС № 2 устанавливается 2 насоса производительностью 290 м³/ч каждый (1 рабочий, 1 резервный). Производительность низовой ДНС № 2 составит 290 м³/ч. Возврат дренажных вод в хвостохранилище из колодца низовой ДНС осуществляется насосами по напорному водоводу дренажной воды № 2 DN250, который прокладываются надземно на опорах из бруса в теплоизоляции и электрообогревом.

Прокладка напорных водоводов дренажной воды № 1 и 2 выполняется от низовой ДНС и низовой ДНС № 2 в обход ограждающей дамбы № 1 вдоль границы нижней бровки её низового откоса (по контуру 8-й очереди) со сбросом в хвостохранилище сульфидной флотации. В местах пересечения водоводов с автодорогами устраиваются трубопереезды. Водоводы устраиваются в рамках 2 го этапа строительства (5-й очереди). Данное решение позволит избежать необходимости перекладки водоводов дренажной воды № 1 и 2 при наращивании ограждающей дамбы № 1.

5.3.2 Трубчатый дренаж

Строительство трубчатого дренажа осуществляется в рамках организации 5-ой очереди строительства.

По трубчатому дренажу дренажные воды отводятся:

- самотёком по дренам в количестве 2 шт. и дренажному коллектору дренажный колодец низовой ДНС с западной стороны нижнего бьефа ограждающей дамбы № 1;
- - самотёком по дренам в количестве 3 шт. в дренажный колодец низовой ДНС № 2, расположенный с восточной стороны нижнего бьефа ограждающей дамбы № 1.

В качестве дренажного устройства, отводящего дренажные воды в низовую ДНС и низовую ДНС № 2, предусмотрен трубчатый дренаж, который предназначен для:

- организованного отвода воды, фильтрующейся через тело, основание ограждающих дамб;
- предотвращения выхода фильтрационного потока на низовой откос и в зону, подверженную промерзанию;
- повышения устойчивости низового откоса.

Организация трубчатого дренажа низовой ДНС осуществляется следующим образом. Установка дренажного колодца выполняется вблизи границ откоса

ограждающей дамбы № 1 8-й очереди в рамках строительства 5-й очереди. Также в рамках строительства 5-й очереди для обеспечения беспрепятственного поступления дренажных вод к дренам на протяжении всего периода эксплуатации хвостохранилища выполняется планировка рельефа от низовой ДНС до низового откоса ограждающей дамбы № 1 5-й очереди с отсыпкой крупнообломочным грунтом. Выполняется объединение дренажных потоков с $Q = 290 \text{ м}^3/\text{ч}$ каждый, поступающих из трёх существующих дренажных подземных коллекторов, проложенных под ограждающей дамбой № 1 с уклоном 5 ‰, выполненных из труб ПЭ 100 SDR 17-315x18,7. Объединение выполняется в один коллектор ПЭ 100 SDR 17-400x23,7, суммарный расход по которому составит $870 \text{ м}^3/\text{ч}$. Коллектор прокладывается подземно с уклоном 21 ‰ до низовой ДНС с дополнительной засыпкой до достижения толщины слоя не ниже глубины промерзания $t = 2,35 \text{ м}$. Сброс дренажных вод с коллектора осуществляется в колодец ДНС.

Также в колодец низовой ДНС поступают дренажные воды с трубчатого дренажа из перфорированных труб ПЭ 100 SDR 17-200x11,9 (перфорация частичная – тип III), устраиваемого в районе нижней бровки откоса ограждающей дамбы № 1 8-й очереди. Дрены укладываются с уклоном 5 ‰. Расход дренажных вод с каждой дрены составит $90 \text{ м}^3/\text{ч}$, с двух дрен – $180 \text{ м}^3/\text{ч}$. Суммарный приток дренажных вод в низовую ДНС составит $1050 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Организация трубчатого дренажа низовой ДНС № 2 осуществляется в рамках строительства 5-й очереди следующим образом. Установка дренажного колодца выполняется в существующем русле руслоотводного канала (выведен из эксплуатации) вблизи границ откоса ограждающей дамбы № 1 8-й очереди. Перед колодцем со стороны ограждающей дамбы № 2 устраивается замок из глины на глубину 3 м по всему сечению русла канала протяженностью 3 м для предотвращения фильтрации воды по старому руслу канала мимо колодца. Остальная часть русла канала от замка из глины до низового откоса ограждающей дамбы № 1 засыпается крупнообломочным грунтом с уплотнением на ту же глубину. Затем выполняется укладка центральной дрен из перфорированных труб ПЭ 100 SDR 17-200x11,9 (перфорация частичная – тип III) по засыпанному руслу канала до низового откоса ограждающей дамбы № 1 5-й очереди (укладывается с уклоном 7 ‰), а также двух дрен вдоль низового откоса ограждающей дамбы № 1 8-й очереди (укладываются с уклоном 5 ‰). Расход дренажных вод с центральной дрены составит $110 \text{ м}^3/\text{ч}$, с остальных двух дрен по $90 \text{ м}^3/\text{ч}$ каждая. Суммарный приток дренажных вод в колодец ДНС № 2 составит $290 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Предусмотрен следующий порядок укладки дрен. Укладка дрен выполняется в дренажные траншеи с уклоном в колодцы дренажных насосных станций. Дренажная траншея выполняется с переменной глубиной и постоянным уклоном. Ширина траншей по дну принята 0,5 м, крутизна откосов 1:1. Толщина щебня принята 0,6 м. В основании траншеи устраивается выравнивающий слой из щебня, толщиной 0,1 м, на который укладывается нетканый геосинтетический материал (геотекстиль) и полиэтиленовые дренажные перфорированные трубы. Выполняется обсыпка дренажных труб послойно

щебнем без заполнителя фр. 5-20 мм (М400 по ГОСТ 8267-93, $K_{sof} \geq 0,8$, F50), обернутые в дренажный геотекстиль.

Геотекстиль используется в качестве дренирующей, разделяющей и фильтрующей прослойки. В качестве геотекстиля для устройства трубчатого дренажа принят геотекстиль иглопробивной из штапельных волокон.

Конструкция трубчатого дренажа приведена на чертеже 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР, лист 27.

Протяжённость трубчатого дренажа приведена в таблице (Таблица 5.5).

Таблица 5.5 – Протяжённость трубчатого дренажа

Параметры	ДНС 1	ДНС 2
Длина трубчатого дренажа, м	72	244,00
Длина дренажного коллектора, м	73	-

Трубчатый дренаж устраивается вне зоны промерзания грунтов за счёт расположения под массивом ограждающей дамбы, предотвращение промерзания дренажных коллекторов обеспечивается за счёт заглубления в естественное основание.

План дренажной системы и основные объёмы работ приведены на чертеже 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР, лист 27.

5.3.3 Система гидротранспорта хвостов

Проектными решениями предусматривается реконструкция системы гидротранспорта хвостовой пульпы, осуществляемая в четыре очереди (по аналогии с ограждающими дамбами № 1 и 2), соответствующих этапов строительства, в связи с тем, что при наращивании ограждающих дамб требуется перекладка трубопроводов.

Система гидротранспорта хвостов состоит из пульповых насосов, установленных в главном корпусе фабрики, магистральных и распределительных пульповодов.

Схема прокладки пульповодов хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта представлена на чертеже 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР, лист 28.

Фактическая схема работы складирования отходов в хвостохранилище хвостов сульфидной флотации обеспечивается с помощью двух пар (одна рабочая, одна резервная) пульповых насосов фирмы Weir Minerals, установленных в главном корпусе фабрики, магистральных и распределительных пульповодов. Технические характеристики насосного оборудования приведены в таблице (Таблица 5.6).

Таблица 5.6 – Технические характеристики насосного оборудования гидротранспорта хвостов

Характеристики	Weir 8/6 F-AH-WRT	3D-AHF 75NPC-WBH
Производительность, м³/ч	750	100
Напор, м	70	42,7

Характеристики	Weir 8/6 F-AH-WRT	3D-AHF 75NPC-WBH
Мощность электродвигателя, кВт	315	30

Гидравлический расчёт системы гидротранспорта приведён в приложении Г настоящей проектной документации.

Система гидротранспорта – напорно-самотечная, состоит из магистральных и распределительных пульповодов.

Выполняется подключение проектируемых пульповодов к существующим сетям (см. 34 02 13 072 00 – TX2.ГР, лист 28).

Магистральный пульповод хвостов сульфидной флотации № 1 прокладывается из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR 17-400х23,7, пульповоды хвостов сульфидной флотации № 2, 3 прокладываются из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR 17-450х26,7. Прокладка выполняется надземно на опорах из бруса в теплоизоляции от точек подключения до хвостохранилища сульфидной флотации:

- пульповод хвостов сульфидной флотации № 1 прокладываются в одну нитку вдоль автодороги № 1 по западному борту хвостохранилища хвостов сульфидной флотации до ограждающей дамбы № 1;

- пульповод хвостов сульфидной флотации № 3 прокладываются в одну нитку вдоль автодороги № 1 по западному борту хвостохранилища хвостов сульфидной флотации до ограждающей дамбы № 1 совместно с пульповодом хвостов сульфидной флотации № 1;

- пульповод хвостов сульфидной флотации № 2 прокладывается совместно с пульповодом углеродного продукта в одну нитку вдоль автодороги № 2 от врезки в пульповод хвостов сульфидной флотации № 2 возле ограждающей дамбы № 2, затем по ограждающей дамбе № 2, после чего по северному борту хвостохранилища хвостов сульфидной флотации, проходя по дамбе № 7 до конца дамбы № 5.

Магистральный пульповод углеродного продукта прокладывается из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR 17-200х11,9 надземно на опорах из бруса в теплоизоляции с электрообогревом до склада углеродного продукта:

- пульповод углеродного продукта прокладывается в одну нитку вдоль автодороги от точки подключения до ограждающей дамбы № 2, затем по ограждающей дамбе № 2, после чего по северному борту хвостохранилища хвостов сульфидной флотации, проходя по дамбе № 7 до дамбы № 5. До дамбы № 5 пульповод углеродного продукта проходит совместно с пульповодов хвостов сульфидной флотации № 2.

Распределительные пульповоды прокладываются по тому же типу и из того же материала, что и магистральные пульповоды:

- пульповод хвостов сульфидной флотации № 1 – по гребню ограждающей дамбы № 1;

- пульповод хвостов сульфидной флотации № 2 и пульповод углеродного продукта – по гребню дамбы № 5.

Срок эксплуатации полиэтиленовых трубопроводов ПЭ 100 в соответствии с ГОСТ 18599-2001 составляет не менее 50 лет. В соответствии с методическим пособием по проектированию и монтажу трубопроводов из полиэтилена, при транспортировке сред с содержанием твердых частиц износ будет составлять менее 0,5 мм на 50 лет эксплуатации и этим износом можно пренебречь. Срок эксплуатации пульповодов на момент окончания эксплуатации проектируемого хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 составит 15 лет.

Распределительные пульповоды оборудуются намывными выпусками:

- DN160 для пульповодов хвостов сульфидной флотации (левой и правой нитки, пульповода к дамбе № 5) с шланговыми затворами, расположенными через каждые 25 м;
- DN80 для пульповода углеродного продукта с шланговыми затворами, расположенными через каждые 50 м.

По трассе пульповодов устраиваются сосредоточенные сбросы (по одному сбросу перед и за ограждающей дамбой № 1 и дамбой № 5). Типовые разрезы по трассам трубопроводов представлены на чертеже 34 02 13 072 00 – TX2.ГР, лист 30. Ведомость основных объемов работ по пульповодам и водоводам представлена на чертеже 34 02 13 072 00 – TX2.ГР, лист 28.

Пульповоды прокладываются надземно в теплоизоляции, с устройством ж.б. и промежуточных скользящих опор из бруса. Ж.б. опоры устанавливаются через 100 м (на пикетах) и ограничивают только поперечное смещение трубопроводов. Промежуточные опоры из бруса устанавливаются с шагом 3 м для пульповодов сульфидной флотации и 1,5 м для пульповодов углеродного продукта. Т.к. «мёртвых» опор по трассе пульповодов не предусматривается, компенсаторы не устанавливаются, температурные расширения компенсируются углами поворотов трассы пульповодов. Конструкция опор трубопроводов представлена на чертеже 34 02 13 072 00 – TX2.ГР, лист 31.

Монтаж трубопроводов из полиэтилена выполняется согласно СП РК 3.05-103-2014 Технологическое оборудование и технологические трубопроводы, иных нормативных документах, а также по инструкции завода производителя. Для монтажа в обязательном порядке используется сварочное оборудование, оснащенное системой автоматизированного управления технологическими параметрами сварки с фиксацией протоколов сварки. Напорные полиэтиленовые трубы соединяются с арматурой и трубопроводами из других материалов с помощью разъёмного стального фланцевого соединения. Соединение выполняется с помощью втулки под фланец и накидного стального фланца (ГОСТ 12822-80) с увеличенным внутренним диаметром. Неразъемные соединения полиэтиленовых труб между собой и с полиэтиленовыми фитингами выполняются методом стыковой сварки. К производству работ по сварке и контролю за ее проведением допускаются аттестованные сварщики и специалисты сварочного производства, прошедшие специальную подготовку и аттестацию с проверкой теоретических и практических навыков и имеющие удостоверение установленной формы. Срок действия квалификационных удостоверений должен перекрывать планируемый срок выполнения работ. Сведения о сварщиках и

выполняемых ими работах должны ежедневно фиксироваться в журнале сварочных работ.

При пересечениях с проектируемыми грунтовыми объектами устраиваются трубопереезды, пульповоды хвостов сульфидной флотации прокладываются в стальном футляре из стальной трубы DN920, толщина стенки 10 мм, пульповод углеродного продукта прокладывается в футляре из стальной трубы DN630, толщина стенки 10 мм. Высота насыпи над верхом трубы (минимальная) – 0,8 м.

Намыв пляжа производится для уменьшения потенциальной фильтрации. Поскольку хвостохранилища запроектированы наливными, ширина пляжа не регламентирована и допускается напор воды непосредственно на дамбу.

В зимнее время пульпа сбрасывается сосредоточенными сбросами под лёд.

По завершению заполнения хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 до проектных отметок, выполняется их рекультивация.

5.4 Система оборотного водоснабжения

В данной проектной документации выполняется реконструкция системы оборотного водоснабжения, предназначенной для обеспечения обогатительной фабрики оборотной водой из хвостохранилища и включает в себя:

- новую плавучую насосную станцию оборотного водоснабжения (далее ПНСОВ);
- водовод оборотной воды;
- водовод оборотной воды (резервный)
- существующие плавучие насосные станции осветлённой воды № 1, 2 на складе углеродного продукта № 2 (далее ПНСОВ ОВ);
- водовод осветлённой воды.

Для обеспечения потребности фабрики в оборотной воде выполняется устройство новой ПНСОВ, в которой установлены два погружных насоса Roitech RT-SCDI 250/200-530 производительностью 800,0 м³/ч, Н = 78 м (один рабочий, один резервный). Установленная мощность электродвигателя одного насоса 250 кВт. Категория сооружения по степени обеспеченности подачи воды – II. Перекачиваемая среда - осветленная (техническая) вода.

Также в данном проекте предусмотрен перенос существующих плавучих насосных станций осветлённой воды № 1 и 2 с существующего склада углеродного продукта на новый проектируемый склад углеродного продукта № 2. Плавучие насосные станции осветлённой воды № 1 и 2 предназначены для подачи осветленной воды из прудов-отстойников карт углеродного продукта в емкость основного хвостохранилища для отстаивания и последующей подачи воды посредством плавучей насосной станции оборотного водоснабжения в технологический процесс фабрики.

Каждая плавучая насосная станция осветлённой воды, работая попеременно, обеспечивает подачу воды с расходом 100 м³/ч и напором – 25,0 м. Категория

сооружения по степени обеспеченности подачи воды - II. Перекачиваемая среда – осветленная (техническая) вода. Описание плавучих насосных станций осветлённой воды № 1 и 2 приведено в разделе 3.7.

Плавучая насосная станция оборотного водоснабжения и плавучие насосные станции осветлённой воды № 1 и 2 через переходный мостик закреплены к берегу. Крепления переходного мостика выполнено из монолитного фундамента. Для ограничения угловых перемещений насосных станций предусмотрена система якорения.

Предусмотрено техническое решение по недопущению примерзания льда к понтону насосных станции (подача воды напором по периметру насосной станции от независимого насоса).

Каждая насосная станция (плавучая насосная станция оборотного водоснабжения и плавучие насосные станции осветлённой воды № 1 и 2) представляют собой законченное устройство с комплектной системой управления. Технологическое оборудование насосной станции полностью укомплектовано необходимыми контрольно-измерительными приборами, исполнительными механизмами, средствами автоматизации, системой управления и программным обеспечением.

Система управления насосной станцией обеспечивает:

- местный режим управления насосами (включение/отключение, задание производительности) с сохранением работы всех защитных блокировок и последовательностей;
- возможность работы насосной станции в автоматическом режиме;
- измерение уровня воды посредством датчика гидростатического давления (обеспечивается измерение уровня от зеркала до дна);
- измерение мгновенного и суммарного расхода воды после насосов посредством расходомера;
- контроль давления после насосов посредством пьезометрического датчика давления;
- контроль крена понтонов посредством креномеров;
- автоматическое включение резервного насоса в случае аварии рабочего;
- управление и контроль работы антиобледенителей;
- автоматическое отключение насосов и сигнализация в случае расстояния от водозаборного клапана до поверхности дна менее 0,5 м;
- аварийное отключение насосов и сигнализация при срабатывании электрических и технологических защит;
- защиту насосов от аварии типа «сухой ход»;
- защиту оборудования при изменении условий техпроцесса сверх допустимых пределов или нарушения рабочих режимов;
- индикацию на местной панели управления состояния технологических параметров, отклонений работы оборудования от заданных параметров, текущего состояния технологического оборудования и режимов работы;

- световую и звуковую сигнализацию об аварии оборудования, недопустимом уровне крена, недопустимом понижении или повышении уровня воды;
- учёт наработки каждого насосного агрегата (учёт моточасов);
- регистрацию действий оператора и технологических параметров.

Система управления насосной станцией строится на базе высоконадёжного промышленного оборудования, все технические средства могут эксплуатироваться в режиме круглосуточной работы. При эксплуатации система требует периодического технического обслуживания, кроме замены отдельных устройств при неисправностях или отказах.

Исполнение оболочек приборов, шкафного оборудования и соединительных коробок для электропроводок – не ниже IP54 по ГОСТ 14254-2015.

Плавучие насосные станции оборудуются радиосвязью с подразделением, обеспечивающим ее эксплуатацию. Радиостанция размещается внутри плавучей насосной в специальном шкафу с указанием места с помощью информационных надписей и знаков. В комплекте с радиостанцией, размещаемой в насосной предусматривается дополнительная аккумуляторная батарея.

Для установки и доступа к плавучей насосной станции устраивается проезд.

Осветлённая вода из отстойного прудка карт склада углеродного продукта № 2 посредством плавучих насосных станций № 1 и 2 подаётся по водоводу осветлённой воды из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR 17-200x11,9 по ГОСТ 18599-2001 в теплоизоляции толщиной 80 мм с греющим кабелем. Тип способа транспортировки осветлённой воды – напорный.

По трассе водовода осветлённой воды при пересечении с грунтовыми объектами предусмотрено устройство трубопереездов из грунтовых материалов в которых водовод осветлённой воды прокладывается в футляре из стальной трубы DN630, толщина стенки 10 мм. Высота насыпи над верхом трубы (минимальная) – 0,8 м. По длине трассы водовода предусматривается установка ж.б. опор через 100 м и скользящих опор через 1,5 м.

В случае аварийной остановки насосной станции часть воды из водовода самотеком сливается в хвостохранилище хвостов сульфидной флотации, а часть поступает в обратном направлении к плавучим насосным станциям, где предусмотрена возможность аварийного опорожнения водовода.

Осветлённая вода из отстойного прудка хвостохранилища хвостов сульфидной флотации забирается посредством плавучей насосной станции оборотного водоснабжения по водоводам оборотной воды из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR 17-355x21,1 по ГОСТ 18599 2001 перекачивается в технологический процесс фабрики. Тип способа транспортировки осветлённой воды – напорный.

Водоводы оборотной воды и осветлённой воды прокладываются сразу на уровне 8-й очереди с устройством ж.б. и промежуточных скользящих опор. Ж.б. опоры устанавливаются через 100 м (на пикетах). Промежуточные опоры устанавливаются через 3 м и через 1,5 м для водовода оборотной воды и водовода осветлённой воды

соответственно. Т. к. «мёртвых» опор по трассе водоводов не предусматривается, компенсаторы не устанавливаются, температурные расширения компенсируются углами поворотов трассы водоводов. Конструкция опор трубопроводов представлена на чертеже 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР, лист 31.

Аналогично пульповодам монтаж водоводов из полиэтилена выполняется согласно СП РК 3.05-103-2014, а также по инструкции завода производителя.

При пересечении водоводов оборотной воды с существующими и проектируемыми грунтовыми объектами трубопроводы выполняются в стальном футляре. Футляр выполняется из стальной трубы DN920, толщина стенки 10 мм. Высота насыпи над верхом трубы (минимальная) – 0,8 м.

Типовые сечения по трассам трубопроводов представлена на чертеже 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР лист 30. Ведомость основных объёмов работ по пульповодам и водоводам представлена на чертеже 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР лист 28.

5.5 Система технологических трубопроводов

Проектными решениями предусматривается реконструкция системы технологических трубопроводов, в рамках которой ото точек подключения выполняется прокладка:

- водовода от насосной станции на аккумулирующем пруду-отстойнике до хвостохранилища хвостов сульфидной флотации, из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR17-200x11,9;

- трубопровода подачи свежей воды до хвостохранилища хвостов сульфидной флотации, из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR 17-225x13,4;

- сети бытовой канализации k10 до хвостохранилища хвостов сульфидной флотации из стальных труб Ø 108 x 4.

Водовод от насосной станции на аккумулирующем пруду-отстойнике и трубопровод подачи свежей воды до хвостохранилища прокладываются сразу на уровне 8-й очереди с устройством ж.б. и промежуточных скользящих опор. Ж.б. опоры устанавливаются через 100 м (на пикетах), промежуточные опоры устанавливаются через 1,5 м. Так как «мёртвых» опор по трассе водоводов не предусматривается, компенсаторы не устанавливаются, температурные расширения компенсируются углами поворотов трассы водоводов.

Сеть бытовой канализации k10 прокладывается совместно с водоводом от насосной станции на аккумулирующем пруду-отстойнике и трубопроводом подачи свежей воды. Мёртвые опоры устанавливаются через 70 м, промежуточные опоры устанавливаются через 4,5 м. Температурные расширения компенсируются углами поворотов трассы сети k10.

Конструкция опор трубопроводов представлена на чертеже 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР, лист 31.

Монтаж водоводов из полиэтилена выполняется согласно СП РК 3.05-103-2014, а также по инструкции завода производителя.

При пересечениях с существующими и проектируемыми грунтовыми объектами трубопроводы выполняются в стальном футляре. Футляр выполняется из стальной трубы DN630, толщина стенки 10 мм. Высота насыпи над верхом трубы (минимальная) – 0,8 м.

Типовые сечения по трассам трубопроводов представлена на чертеже 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР лист 30. Ведомость основных объемов работ по пульповодам и водоводам представлена на чертеже 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР лист 28.

Опорожнение технологических трубопроводов производится в существующий аккумулирующий пруд-отстойники и хвостохранилище сульфидной флотации.

5.6 Контрольно-измерительная аппаратура (КИА)

В разделе представлены основные направления внедрения и проведения мониторинга безопасности сооружений хвостового хозяйства.

В проекте мониторинга безопасности гидротехнических сооружений отражается система контроля и постоянных наблюдений за состоянием сооружений хвостового хозяйства, являющаяся основой анализа безопасности сооружений и оценки прогноза развития ситуации при возникновении аварии, приводится программа всех наблюдений и их периодичность в зависимости от класса сооружений.

Для учета и оформления результатов контроля и наблюдений за гидротехническими сооружениями используются типовые формы специальных журналов в соответствии с приложениями правил безопасности. Результаты контроля и наблюдений оформляются в текстовой форме в виде записок, отчетов, справок, а также дублируются в электронной форме на ПК.

Мониторингом безопасной эксплуатации хвостового хозяйства предусматриваются следующие методы контроля:

- визуальные наблюдения: за техническим состоянием систем сооружений и оборудования;
- инструментальные наблюдения: выполнение геодезических съемок и замеров, контроль работы оборудования по показаниям приборов, определение физико-механических характеристик хвостов, химический анализ проб воды лабораторными методами.

При проведении инструментальных замеров и визуальных осмотров сооружений хвостового хозяйства должны соблюдаться правила безопасного ведения работ в соответствии с нормами и инструкциями по технике безопасности и охране труда.

При эксплуатации хвостового хозяйства периодически должны производиться обследования всех сооружений комиссией с представителями предприятия, органов государственной инспекции РК, специализированных организаций.

По результатам обследований составляется акт-предписание, включающий рекомендации по обеспечению безопасной эксплуатации сооружений хвостового хозяйства.

Основные функции мониторинга безопасности гидротехнических сооружений проектируемого хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 – это комплекс постоянных наблюдений и контроль за:

- технологическими процессами и параметрами;
- состоянием сооружений хвостового хозяйства;
- характером воздействия хвостохранилища на окружающую среду.

Наблюдения за технологическими процессами и параметрами хвостового хозяйства включают контроль за:

- складированием хвостов в хвостохранилище хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2;
- водным балансом.

Контроль за состоянием гидротехнических сооружений хвостового хозяйства включает наблюдения за:

- дамбами;
- трубопроводами;
- дренажными сооружениями;
- насосными станциями;
- состоянием контрольно-измерительной аппаратуры.

Контроль и наблюдения за воздействием хвостохранилища на окружающую среду прилегающей территории включает наблюдения за:

- состоянием водного бассейна территории;
- состоянием воздушного бассейна.

Мониторинг безопасности гидротехнических сооружений хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 выполняется эксплуатационным персоналом хвостового хозяйства ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие» с привлечением маркшейдерской службы, службы геотехнического контроля, природоохранной службы и при необходимости привлечение специализированных предприятий и институтов.

Использование беспилотного летательного аппарата является дополнением к обязательному геодезическому наблюдению и применяются как наиболее доступные технологии и прогрессивные методы для наблюдения.

Ежедневные наблюдение при помощи беспилотного летательного аппарата позволяют записывать и анализировать информацию высококачественное изображение местности в режиме реального времени:

- наличие, трещин; деформаций;
- состояние откосов, берм, гребня дамб;
- процессы морозного пучения грунтов;
- размыв откосов в результате фильтрации, намокание, появление ключей и грифонов;

– подтопление территории.

Автоматизированная система мониторинга зданий и сооружений, записываемая и анализируемая в режиме реального времени, включает:

- цифровые инклинометры;
- цифровые пьезометры.

Основная цель автоматизированной системы мониторинга состоит в снижении уровня риска реального разрушения сооружения в процессе строительства и эксплуатации.

Цифровой скважинный инклинометр предназначен для автоматизированных измерений поперечных смещений в стволе вертикально ориентированной скважины, с автоматическим считыванием результатов измерений. Скважинный цифровой инклинометр устанавливается внутрь инклинометрической измерительной колонны из направляющих труб, расположенной в скважине. Правильное положение инклинометра в колонне обеспечивается подпружиненными направляющими роликами, прикрепленными к измерительному модулю. Каждый стационарный цифровой инклинометр соединяется с регистратором данных, который обеспечивает как питание датчиков, так и запускает считывание и вывод результатов измерений.

Контроль всех измерений с помощью цифрового скважинного инклинометра, сравнение последовательно полученных профилей инклинометрической скважины позволяют определить глубину, направление, величину и скорость горизонтального смещения контролируемого грунтового массива или строительной конструкции. В качестве цифрового инклинометра предлагается использовать Модель GK-604D ООО «ГеоКонРус» или аналог. В комплект системы входит цифровой зонд инклинометра модель 6100D, катушка с кабелем и портативный ПК. Модель 6100D позволяет получаемый аналоговый сигнал преобразовать в цифровой, который передается в кабельную катушку. Катушка оснащена своим интерфейсом, позволяющая передавать сигналы через Bluetooth на портативный ПК модель FPC-1. Для обработки данных инклинометра применяется программное обеспечение SiteMaster, позволяет обрабатывать показания по всем установленным инклинометрам, а также отображать эту информацию в виде графиков.

Для записи и анализа уровня грунтовых вод и гидравлического градиента, а также измерений порового давления воды в полностью или частично водонасыщенном грунте в режиме реального времени применяется встроенный вибрационный струнный пьезометр ООО «ГеоКонРус» или аналог.

Количество контрольных створов, их расположение для контроля за состоянием ограждающих дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 приведено на 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР, листы 32-35.

Тип и конструкция КИА и порядок ее установки разрабатывается в рабочей документации.

Контрольные створы оснащаются пьезометрами (точечный/опускной), поверхностными и инклинометрами для наблюдения за кривой поверхностью

фильтрационного потока (депресссионной поверхностью), фильтрацией из хвостохранилища в теле дамбы и основании.

Внешняя устьевая часть пьезометров, инклинометров должна быть оборудована теплозащитными оголовками, которые, кроме времени проведения измерений, должны быть закрыты и запираются специальным запорным устройством. На каждую установленную пьезометрическую скважину составляется акт приёмки в эксплуатацию и исполнительная документация, включающая литологический разрез по скважине, координаты устья, отметки верха и низа трубы и ее диаметр, способ антикоррозийной защиты, материал и способ заделки затрубного пространства, акт приёмки в эксплуатацию. По пьезометрам также указывается отметка верха и низа фильтра и его конструкция.

Для обеспечения сохранности КИА (КИП) при очистке гребня и берм от снега на зимний период к надземной части КИА (КИП) должны прикрепляться предупредительные шесты, окрашенные в яркий цвет, хорошо различимый на фоне снега.

Для контроля за уровнем воды в отстойном прудке хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2, в районе насосных станций предусматривается водомерная рейка. Проверка нуля водомерной рейки относительно опорного репера должна выполняться ежегодно.

Для контроля за безопасной эксплуатацией необходимо проводить следующие инструментальные наблюдения:

- за уровнем воды в отстойном прудке;
- за фильтрационным режимом в нижнем бьефе ограждающих дамб;
- за геометрическими параметрами дамб;
- за местными и общими смещениями и осадками дамб, их характером и динамикой.

Геодезические наблюдения проводить не реже двух раз в год – в конце летнего и зимнего периода.

В качестве ручного измерителя уровня воды в пьезометрических трубах, колодцах, скважинах используются скважинный электроконтактный уровнемер Solinst или аналог. Принцип работы системы заключается в срабатывании свето-звуковой индикации на катушке при контакте датчика с водой и снятии показаний оператором.

В отстойном пруду хвостохранилища устанавливается водомерная рейка из недеформируемого материала с сантиметровым делением для наблюдения за уровнем воды в накопителе. Ноль рейки привязывается к опорному реперу. На водомерную рейку наносится критическая отметка уровня воды в пруду. Проверка нуля водомерной рейки относительно опорного репера должна выполняться ежегодно.

5.7 Аккумулирующая ёмкость

Аккумулирующая ёмкость образуется дамбой № 7 и естественным рельефом, предназначена для сбора поверхностных вод в период дождевого и снегового паводков с прилегающей территории.

Среднегодовое поступление поверхностного стока в аккумулирующую ёмкость с составляет: дождевых вод – 21203 м³, талых вод – 46410 м³. С площади зеркала аккумулирующей ёмкости за год будет испаряться 67710 м³. Таким образом, вся поступающая в течение года в аккумулирующую ёмкость вода будет полностью испаряться.

Максимальная вместимость аккумулирующей ёмкости составляет 275000 м³, достигается при максимальном уровне воды на отметке – 470,5 м. Отметка гребня дамбы № 7 – 472,0 м. Предусматривается противофильтрационный экран на откосе дамбы № 7. Параметры дамбы № 7 приведены в разделе 5.1.

План аккумулирующей ёмкости приведён в графической части 34 02 13 072 00 – ТХ2.ГР, лист 2.

5.8 Водный баланс хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2

5.8.1 Исходные данные для расчёта водного баланса

Исходные данные технологических параметров для проектирования представлены в таблице (Таблица 5.7).

Таблица 5.7 – Исходные данные для расчёта водного баланса

Наименование	Ед. изм.	Количество
Хвостохранилище сульфидной флотации		
Полезная ёмкость хвостохранилища	м ³	28 150 000
Объём первичного отстойного прудка в хвостохранилище	м ³	1 000 000
Количество хвостов сульфидной флотации, укладываемых в хвостохранилище	т/г.	2 397 096
Отношение Т:Ж (по весу)	–	1:2,33
Количество воды, поступающее с хвостами в хвостохранилище (среднее)	м ³ /г.	5 593 224,0
	м ³ /ч	681,43
Количество пульпы, поступающее в хвостохранилище (среднее)	м ³ /г.	6 455 488,75
	м ³ /ч	786,48
Количество оборотной воды (среднее)	м ³ /г.	5 460 862,24
	м ³ /ч	665,3
Плотность частиц хвостов	т/м ³	2,78

Наименование	Ед. изм.	Количество
Плотность скелета хвостов	т/м ³	1,35
Пористость укладываемых хвостов	%	51,0
Склад углеродного продукта		
Полезная ёмкость хвостохранилища, карта 1, карта 2	м ³	480 000 / 760 000
Объём первичного отстойного прудка в хвостохранилище	м ³	200 000 / 333 000
Количество хвостов сульфидной флотации, укладываемых в хвостохранилище	т/г.	65 000
Отношение Т:Ж (по весу)	—	1:9,00
Количество воды, поступающее с хвостами в хвостохранилище (среднее)	м ³ /г.	585 000,0
	м ³ /ч	71,27
Количество пульпы, поступающее в хвостохранилище (среднее)	м ³ /г.	611 000,00
	м ³ /ч	74,44
Количество оборотной воды (среднее)	м ³ /г.	475 000
	м ³ /ч	57,90
Плотность частиц хвостов	т/м ³	2,5
Плотность скелета хвостов	т/м ³	1,2
Пористость укладываемых хвостов	%	52,0

5.8.2 Расчёт водного баланса хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2

Баланс воды в хвостохранилище рассчитан для ряда лет 50 % обеспеченности по величине годового испарения и суммарной величины атмосферных осадков в течение года.

Водный баланс хвостохранилища складывается из приходной и расходной части.

К приходной части водного баланса относятся:

- вода, поступающая с пульпой;
- водоприток от атмосферных осадков и снеготаяния с водосборной поверхности хвостохранилища;
- поверхностный сток с прилегающей территории;
- поступление осветлённой воды со склада углеродного продукта № 2 (посредством насосных станций);
- вода с существующего отстойника карьерных и отвальных вод;
- вода с существующего пруда-отстойника;

– сточные воды с существующей сети к1о;

– подача свежей воды с НППВ.

К расходной части водного баланса относятся:

испарение с суши и воды;

безвозвратные потери воды на заполнение пор хвостов;

возврат осветлённой воды из хвостохранилища в технологический процесс обогатительной фабрики.

Расчёт водного баланса произведён по годам работы фабрики. Годовой объём баланса воды в хвостохранилище определён по формуле 5.1:

$$W = W_{\text{п}} + W_{\text{ос}} + W_{\text{пт}} + W_{\text{уп}} + W_{\text{ков}} + W_{\text{по}} + W_{\text{к}} + W_{\text{св}} - W_{\text{исп}} - W_{\text{хв}} - W_{\text{о}} - W_{\text{ф}}, \quad (5.1)$$

где $W_{\text{п}}$ – количество воды, поступающей в хвостохранилище вместе с хвостами, м³/Г.;

$W_{\text{ос}}$ – естественный приток воды с водосборной поверхности хвостохранилища, м³/Г.;

$W_{\text{пт}}$ – поверхностный сток с прилегающей территории, м³/Г.;

$W_{\text{уп}}$ – поступление осветлённой воды со склада углеродного продукта № 2, м³/Г.;

$W_{\text{ков}}$ – вода с существующего отстойника карьерных и отвальных вод, м³/Г.;

$W_{\text{по}}$ – вода с существующего пруда-отстойника, м³/Г.;

$W_{\text{к}}$ – сточные воды с существующей сети к1о, м³/Г.;

$W_{\text{св}}$ – подача свежей воды с НППВ, м³/Г.;

$W_{\text{исп}}$ – потери воды на испарения с поверхности хвостохранилища, м³/год;

$W_{\text{хв}}$ – потери воды на заполнение пор, укладываемых хвостов, м³/Г.;

$W_{\text{о}}$ – количество осветлённой воды, возвращаемое на фабрику, м³/Г.;

$W_{\text{ф}}$ – потери воды на фильтрацию через ложе и тела дамбы хвостохранилища, м³/Г.

Объём естественного притока воды с водосборной поверхности накопителя определён по формуле 5.2:

$$W_{\text{ос}} = 10 \cdot h_{\text{ос}} \cdot \psi_{\text{ос}} \cdot F, \quad (5.2)$$

где 10 – переводной коэффициент;

$h_{\text{ос}}$ – годовой слой осадков, равный 335 мм;

$\psi_{\text{ос}}$ – коэффициент стока: 0,9 принимается для площади хвостохранилища;

0,2 – для прилегающей территории хвостохранилища;

F – площадь водосбора, га.

Потери воды на испарение с поверхности хвостохранилища определены по формуле 5.3:

$$W_{\text{исп}} = 10 \cdot h_{\text{исп}} \cdot F, \quad (5.3)$$

где 10 – переводной коэффициент;

$h_{\text{исп}}$ – годовой слой испарения, равный 250 мм с поверхности суши, 950 мм с водной поверхности;

F – площадь испарения, га.

Потери воды, идущие на заполнение пор хвостовых отложений, определены по формуле 5.4:

$$W_{\text{хв}} = n \cdot V_{\text{хв}}, \quad (5.4)$$

где n – объёмная пористость хвостовых отложений;

$V_{\text{хв}}$ – объём хвостов, выдаваемых фабрикой в год.

Объёмная пористость хвостовых отложений определяется по формуле 5.5:

$$n = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} \cdot 100, \quad (5.5)$$

где ρ_s – плотность частиц хвостов, равна 2,78 и 2,5 т/м³ для хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта соответственно;

ρ_d – плотность скелета укладываемых хвостов, равна: 1,35 и 1,2 т/м³ для хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта соответственно.

$$n = \frac{2,78 - 1,35}{2,78} \cdot 100 = 51,4$$

$$n = \frac{2,5 - 1,2}{2,5} \cdot 100 = 52,0$$

Потери воды на фильтрацию через ложе и тела дамбы хвостохранилища принимаются равными нулю, учитывая полную гидроизоляцию хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2.

Для расчета водного баланса хвостохранилища хвостов сульфидной флотации приняты следующие исходные данные согласно проектной документации [7]:

– объём отстоянного пруда на начало эксплуатации 5-й очереди – 2 098,227 тыс. м³, что обеспечивает поддержание глубины отстойного пруда не менее 3-х м необходимого для возможности забора воды для оборотного водоснабжения;

– объём заполнения хвостохранилища на начало эксплуатации 5-й очереди – 13 886,787 тыс. м³ включая объём уложенных хвостов – 11 788,560 тыс. м³.

Водный баланс хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 представлен в таблице (Таблица 5.8, Таблица 5.9). Расчёт водного баланса показывает, что в хвостохранилище образуется дефицит воды, который необходимо восполнять из других источников.

Проектная ёмкость хвостохранилища хвостов сульфидной флотации позволяет разместить 26,63 млн м³ хвостов при плотности укладываемых хвостов равной 1,35 т/м³, соответствующему ~36 млн т хвостов по руде.

Проектируемое хвостохранилище хвостов сульфидной флотации полезным объёмом 28,15 млн м³, при проектной отметке гребня ограждающей дамбы 472,00 м (8-я очереди), обеспечивает складирование хвостов в течение ~180 месяцев (~15 лет).

Ликвидация отстойного прудка в объёме ~1,16 млн м³, происходит естественным образом за счёт испарения в течение ~12-24 месяцев (~2 лет).

Проектная ёмкость склада углеродного продукта № 2 позволяет разместить 0,81 млн м³ хвостов при плотности укладываемых хвостов равной 1,2 т/м³, соответствующему ~ 0,98 млн т хвостов по руде.

Проектируемый склад углеродного продукта № 2 полезным объёмом 1,24 млн м³, при проектной отметке гребня ограждающей дамбы 472,00 м, обеспечивает складирование хвостов в течение ~180 месяцев (~15 лет).

Ликвидация отстойного прудка в объёме ~0,37 млн м³, происходит естественным образом за счёт испарения в течение ~36 месяцев (~3 лет).

Проектные решения по наращиванию ограждающих дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 обеспечивает эксплуатацию на длительный срок, при этом имеется техническая возможность дальнейшего наращивания дамбы и развития хвостохранилища в рамках разработки отдельной проектной документации.

Таблица 5.8 – Водный баланс хвостохранилища хвостов сульфидной флотации

Годы работы фабрики	Приходная часть, м³									Расходная часть, м³				Баланс воды, м³	Заполнение хвостохранилища, м³						Макс. отметка очерели., м	Полезная ёмкость, м³
	Приток с хвостами (с ОФ)	Пов. сток с прилег. тер-ии	ОВ из УП (НС1 и НС2)	ОКиОВ	Подача свежей воды в ХХ НППВ	С пруда-отстойника	С сети К1о	Атмосфер. осадки*	Итого	Испарение	Заполнение пор	Возврат на фабрику	Итого		Заполнение хвостами		Объём пруда на конец года	Заполненный объём	Заполненный объём (с учётом 1-4 очередей)	Остаточная ёмкость		
															в год	итого						
5-я очередь (приходная часть учитывает существующий прудок на начало 2026 г. в размере 2,1 млн.м³)																						
26	5 593 224	75 590	450 000	293 328	700 000	57 600	58 087	582 900	7 810 729	1 448 000	913 362	5 460 862	7 822 224	-11 495	1 775 627	1 775 627	2 086 732	3 862 359	17 749 146	2 007 641	458,0	5 870 000
27	5 593 224	75 590	450 000	293 328	700 000	57 600	58 087	582 900	7 810 729	1 448 000	913 362	5 460 862	7 822 224	-11 495	1 775 627	3 551 253	2 075 237	5 626 490	19 513 277	243 510		5 870 000
6-я очередь																						
28	5 593 224	75 590	450 000	293 328	700 000	57 600	58 087	619 750	7 847 579	1 601 050	913 362	5 460 862	7 975 274	-127 695	1 775 627	5 326 880	1 947 542	7 274 422	21 161 209	4 988 578	462,0	12 263 000
29	5 593 224	75 590	450 000	293 328	700 000	57 600	58 087	619 750	7 847 579	1 601 050	913 362	5 460 862	7 975 274	-127 695	1 775 627	7 102 507	1 819 846	8 922 353	22 809 140	3 340 647		12 263 000
30	5 593 224	75 590	450 000	293 328	700 000	57 600	58 087	619 750	7 847 579	1 601 050	913 362	5 460 862	7 975 274	-127 695	1 775 627	8 878 133	1 692 151	10 570 285	24 457 072	1 692 717		12 263 002
31	5 593 224	75 590	450 000	293 328	700 000	57 600	58 087	619 750	7 847 579	1 601 050	913 362	5 460 862	7 975 274	-127 695	1 775 627	10 653 760	1 564 456	12 218 216	26 105 003	44 784		12 263 000
7-я очередь																						
32	5 593 224	75 590	450 000	293 328	900 000	57 600	58 087	663 300	8 091 129	1 733 100	913 362	5 460 862	8 107 324	-16 195	1 775 627	12 429 387	1 548 261	13 977 648	27 864 435	4 419 352	465,5	18 397 000
33	5 593 224	75 590	450 000	293 328	900 000	57 600	58 087	663 300	8 091 129	1 733 100	913 362	5 460 862	8 107 324	-16 195	1 775 627	14 205 013	1 532 066	15 737 079	29 623 866	2 659 921		18 397 000
34	5 593 224	75 590	500 000	293 328	900 000	57 600	58 087	663 300	8 141 129	1 733 100	913 362	5 460 862	8 107 324	33 805	1 775 627	15 980 640	1 565 871	17 546 511	31 433 298	850 489		18 397 000
8-я очередь.																						
35	5 593 224	75 590	500 000	293 328	900 000	57 600	58 087	710 200	8 188 029	1 880 850	913 362	5 460 862	8 255 074	-67 045	1 775 627	17 756 267	1 498 825	19 255 092	33 141 879	8 894 908	470,5	28 150 000
36	5 593 224	75 590	500 000	293 328	900 000	57 600	58 087	710 200	8 188 029	1 880 850	913 362	5 460 862	8 255 074	-67 045	1 775 627	19 531 893	1 431 780	20 963 674	34 850 461	7 186 326		28 150 000
37	5 593 224	75 590	500 000	293 328	900 000	57 600	58 087	710 200	8 188 029	1 880 850	913 362	5 460 862	8 255 074	-67 045	1 775 627	21 307 520	1 364 735	22 672 255	36 559 042	5 477 745		28 150 000
38	5 593 224	75 590	500 000	293 328	900 000	57 600	58 087	710 200	8 188 029	1 880 850	913 362	5 460 862	8 255 074	-67 045	1 775 627	23 083 147	1 297 690	24 380 837	38 267 624	3 769 163		28 150 000
39	5 593 224	75 590	500 000	293 328	900 000	57 600	58 087	710 200	8 188 029	1 880 850	913 362	5 460 862	8 255 074	-67 045	1 775 627	24 858 773	1 230 645	26 089 418	39 976 205	2 060 582		28 150 000
40	5 593 224	75 590	500 000	293 328	900 000	57 600	58 087	710 200	8 188 029	1 880 850	913 362	5 460 862	8 255 074	-67 045	1 775 627	26 634 400	1 163 600	27 798 000	41 684 787	352 000		28 150 000
*Атмосферные осадки, выпадающие на площадь хвостохранилища																						

Таблица 5.9 – Водный баланс хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2

Годы работы фабрики	Приходная часть, м³				Расходная часть, м³				Баланс воды, м³	Заполнение хвостохранилища, м³					Макс. отметка заполн., м	Полезная ёмкость, м³
	Приток с хвостами (с ОФ)	Пов. сток с прил. тер.	Атмосфер. осадки*	Итого	Испарение	Заполнение пор	Возврат в ХХ СФ	Итого		Заполнение хвостами		Объём пруда на конец года	Заполненный объём	Остаточная ёмкость		
										в год	итого					
5-я очередь (приходная часть учитывает перекачку прудка старого УП на начало 2026 г. в размере 0,52 млн.м³)																
26	585 000	54 705	106 865	1 266 570	255 205	28 167	450 000	733 372	533 198	54 167	54 167	533 198	587 365	652 635	470,5	1 240 000
27	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	450 000	733 372	13 198	54 167	108 333	546 397	654 730	585 270		1 240 001
28	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	450 000	733 372	13 198	54 167	162 500	559 595	722 095	517 905		1 240 002
29	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	450 000	733 372	13 198	54 167	216 667	572 793	789 460	450 540		1 240 003
30	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	450 000	733 372	13 198	54 167	270 833	585 992	856 825	383 175		1 240 004
31	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	450 000	733 372	13 198	54 167	325 000	599 190	924 190	315 810		1 240 005
32	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	450 000	733 372	13 198	54 167	379 167	612 388	991 555	248 445		1 240 006
33	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	450 000	733 372	13 198	54 167	433 333	625 587	1 058 920	181 080		1 240 007
34	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	500 000	783 372	-36 802	54 167	487 500	588 785	1 076 285	163 715		1 240 008
35	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	500 000	783 372	-36 802	54 167	541 667	551 983	1 093 650	146 350		1 240 009
36	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	500 000	783 372	-36 802	54 167	595 833	515 182	1 111 015	128 985		1 240 010
37	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	500 000	783 372	-36 802	54 167	650 000	478 380	1 128 380	111 620		1 240 011
38	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	500 000	783 372	-36 802	54 167	704 167	441 578	1 145 745	94 255		1 240 012
39	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	500 000	783 372	-36 802	54 167	758 333	404 777	1 163 110	76 890		1 240 013
40	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	500 000	783 372	-36 802	54 167	812 500	367 975	1 180 475	59 525		1 240 014
* Атмосферные осадки, выпадающие на площадь водосбора хвостохранилища																

6 Данные о численности работников и их профессионально-квалификационном составе, числе рабочих мест

Эксплуатацией ГТС хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 занимается участок хвостового хозяйства, который является структурным подразделением ОФ ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие».

Численность трудящихся цеха хвостового хозяйства определена, исходя из режима работы, состава и количества основного технологического оборудования и вспомогательных служб. Для проведения строительных работ, значительных по объёму, привлекаются подрядные строительные организации или ремонтная бригада ГОКа.

Предусматривается непрерывный график работы (две смены по 12 часов).

Списочная численность работающих на объектах хвостового хозяйства составляет 15 человек.

Штатный состав по обслуживанию гидротехнических сооружений хвостового хозяйства ОФ ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие» представлен в таблице (Таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Штатный состав по обслуживанию хвостового хозяйства ОФ ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие»

Наименование профессий	Количество человек
Начальник участка «хвостовое хозяйство» ЗИиОФ	1
Мастер – механик участка хвостовое хозяйство	2
Машинист насосных установок, V разряд	8
Регулировщик хвостового хозяйства	4
ВСЕГО	15

Осуществляются плановые технологические обходы. Ремонтные работы, обслуживание пульповода и водовода выполняется персоналом участка хвостовое хозяйство ОФ.

7 Мероприятия, направленные на предотвращение несанкционированного доступа на объект физических лиц, транспортных средств и грузов

В целях надлежащей противокриминальной защищённости объекта, предотвращения несанкционированного доступа на ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие» физических лиц и транспортных средств проектной документацией предусматриваются следующие инженерно-технические мероприятия:

- доступ на территорию гидротехнических сооружений хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 предусматривается со стороны действующей производственной площадки ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие»;
- въезд автотранспорта и доступ физических лиц на территорию ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие» осуществляется через существующий контрольно-пропускной пункт, оборудованный шлагбаумом;
- организация удобных подъездов к объекту;
- наружное освещение объекта;
- использование круглосуточной физической охраны ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие».

В целях предупреждения несанкционированного проникновения посторонних лиц на предприятие, а также предотвращения действий криминального характера на территории ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие» организован контрольно-пропускной режим. Ведётся журнал регистрации посетителей, проводится ежедневный обход территории с целью обнаружения посторонних лиц, предметов и осмотра на предмет целостности ограждающих дамб и исправности инженерных систем.

Охрану объекта осуществляют профессионально подготовленные специалисты. Охрана предприятия обеспечивается силами охранной организации, круглосуточно. Продолжительность рабочей смены охраны предприятия принята 12 часов. Организовано патрулирование территории хвостохранилища службой охраны предприятия, с периодичностью два раза в сутки.

Служба охраны предприятия обеспечивается необходимыми техническими средствами охраны (освещение, связь, средства визуального досмотра). В качестве средств визуального досмотра применяются ручные металлоискатели и комплекты досмотровых зеркал.

В обязанности службы охраны входит:

- предотвращение проникновения посторонних лиц и транспорта на территорию предприятия;
- предотвращение несанкционированного вывоза с территории материальных ценностей;

- предотвращение и пресечение попыток несанкционированного проникновения физических лиц к оборудованию и местам хранения материальных ценностей;

- предотвращение и пресечение попыток хищений материальных ценностей;

- принятие соответствующих мер при стихийных бедствиях на охраняемых объектах и в непосредственной близости от них.

- На проектируемом объекте:

- вокруг хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 в местах подъездов и возможных подходов установлены плакаты: «Опасная зона. Проход и въезд посторонним лицам запрещен!»;

- запрещено нахождение на территории хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 посторонних, купание в отстойном прудке, использование воды из прудка для хозяйственно-питьевых целей и водопоя животных;

- все специалисты и рабочие аварийных бригад проинструктированы и обучены производству работ, которые могут возникнуть при ликвидации аварии, о чем делается запись в плане мероприятий;

- в местах установки, плавучих насосных станций предусмотрена оперативная связь с подразделением, обеспечивающим их эксплуатацию, с помощью средств сухопутной подвижной радиосвязи;

- сообщение между плавучими насосными станциями и берегом осуществляется по специальным служебным мостикам. При отсутствии мостиков предусмотрены плавсредства;

- понтоны плавучих насосных станций имеют аварийную звуковую и световую сигнализацию на случай появления течи. В понтонах установлен креномер. Крен понтонов не должен превышать величину крена, указанную в паспортах насосных агрегатов. Повышенный крен и течи подлежат немедленному устранению;

- обслуживающий персонал обеспечен спасательными жилетами, а на борту насосных станций находится не менее двух спасательных кругов.

С целью обеспечения сотрудников хвостового хозяйства ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие» постоянной связью с дежурной диспетчерской службой ОФ на территории хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 имеется служба подвижной радиосвязи.

8 Ссылочные нормативные документы

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер раздела, приложения, разрабатываемого документа, в котором дана ссылка
Закон Республики Казахстан от 16 июля 2001 года № 242 «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Казахстан»	
Закон Республики Казахстан от 11 апреля 2014 года № 188-V «О гражданской защите»	
Технический регламент «Требования к безопасности зданий и сооружений, строительных материалов и изделий». Утверждён постановлением Правительства Республики Казахстан от 17 ноября 2010 года № 1202	
АГСК-1 «Перечень нормативных правовых актов и нормативно-технических документов в области архитектуры, градостроительства и строительства, действующих на территории Республики Казахстан» (по состоянию на март 2023 года) Одобрен протоком Научно-технического совета КДСиЖКХ МИИР РК от 06 августа 2021 года № 24-5-07/1989-вн	
Правила обеспечения промышленной безопасности для хвостовых и шламовых хозяйств опасных производственных объектов, утверждёнными приказом Министра по инвестициям и развитию РК от 30 декабря 2014 года № 349	
Критерии безопасности водохозяйственных систем и сооружений, утверждены приказом Министра экологии, геологии и природных ресурсов РК № 349 от 30 декабря 2014 года (с изменениями по состоянию на 04.02.2023 г.)	
ГОСТ 17.5.3.04-83 (СТ СЭВ 5302-85) Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель	
ГОСТ 17.1.3.13-86 (СТ СЭВ 4468-84) Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения	
ГОСТ 19185-73 Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения	
ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация	
ГОСТ 27751-2014 Надёжность строительных конструкций и оснований. Основные положения	
СП РК 3.04-101-2013 Гидротехнические сооружения	
СП РК 3.04-109-2012 Гидротехнические сооружения речные	
СП РК 3.04-105-2014 Плотины из грунтовых материалов	
СН РК 3.04-03-2018 Основания гидротехнических сооружений	
СП РК 3.04-107-2014 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)	
СП РК 5.01-102-2013 Основания зданий и сооружений	
СН РК 5.01-02-2013 Основания зданий и сооружений	
СП РК 5.01-101-2013 Земляные сооружения, основания и фундаменты	
СН РК 5.01-01-2013 Земляные сооружения, основания и фундаменты	
СП РК 3.04-112-2013 Мелиоративные системы и сооружения	
СН РК 3.04-11-2019 Мелиоративные системы и сооружения	

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер раздела, приложения, разрабатываемого документа, в котором дана ссылка
СП РК 2.03-102-2012 Инженерная защита в зонах затопления и подтопления	
СН РК 2.03-02-2012 Инженерная защита в зонах затопления и подтопления	
МСН 2.03-02-2002 (2.03-01-2002) Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения	
СП РК 3.01-103-2012 Генеральные планы промышленных предприятий	
СН РК 3.02-28-2011 Сооружения промышленных предприятий	
СП РК 3.02-128-2012 Сооружения промышленных предприятий	
СН РК 3.03-22-2013 Промышленный транспорт	
Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 28 февраля 2015 года № 165 Об утверждении Правил определения общего порядка отнесения зданий и сооружений к технически и (или) технологически сложным объектам	
СП РК 3.03-122-2013 Промышленный транспорт	
СП РК 3.03-101-2013 Автомобильные дороги	
СН РК 3.03-01-2013 Автомобильные дороги	
СП РК 3.05-103-2014 Технологическое оборудование и технологические трубопроводы	
СП РК 4.01-103-2013 Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации	
СН РК 4.01-03-2013 Наружные сети и сооружения водоснабжения и водоотведения	
СНиП РК 4.01-02-2009 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения	
СП РК 2.01-101-2013 Защита строительных конструкций от коррозии	
СН РК 2.01-01-2013 Защита строительных конструкций от коррозии	
СН РК 4.02-02-2011 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов	
СП РК 4.02-102-2012 Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов	
СН РК 4.01-05-2002 Инструкция по проектированию и монтажу сетей водоснабжения и канализации из пластмассовых труб	
СНиП РК 3.02-05-2010 Автоматизированная система мониторинга зданий и сооружений	
Методические рекомендации по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб № 41 от 19.09.2013	
СН 550-82 Инструкция по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб	
СН 551-82 Инструкция по проектированию и строительству противодиффузионных устройств из полиэтиленовой плёнки для искусственных водоёмов	
СН РК 3.01-03-2011 Генеральные планы промышленных предприятий	
СП РК 1.03-106-2012 Охрана труда и техника безопасности в строительстве	

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер раздела, приложения, разрабатываемого документа, в котором дана ссылка
СН РК 1.03-05-2011 Охрана труда и техника безопасности в строительстве	
ГОСТ 21.101-97 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации	
СП РК 4.01-106-2018 Проектирование сооружений для очистки поверхностных сточных вод	

Список использованных источников

1. Технический отчет по топографо-геодезическим работам на объекте.
2. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям для ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие», выполненный ТОО «КИРГ» 2023 г.
3. Отчет по инженерно-гидрометеорологическим изысканиям для ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие», выполненный ТОО «КИРГ» 2023 г.
4. Технический отчет результатам инженерно-геологическим изысканий и разведке грунтовых строительных материалов для строительства хвостохранилищ, выполненный ТОО «КИРГ» 2023 г.
5. Рекомендации по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полимерных рулонных материалов, ВНИИГ им. Веденеева, «Гидрокор», 2010 г.
6. Проектная документация «Хвостохранилище для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики Бакырчикского ГОКа», ТОО «Казахстанский Проектно-Инжиниринговый Центр «Литера 3», 2016 г.
7. Проектная документация «Корректировка проекта «Золоторудное месторождение Бакырчик» Хвостохранилище для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие», ТОО «Георесурс Инжиниринг», 2022 г.).