ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

«МИГРУП ПРОЕКТ»

Заказчик – JSC «RMG Copper»

39-Й ЯРУС ОГРАЖДАЮЩЕЙ ДАМБЫ МЕДНО-ПИРИТОВОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА МАДНЕУЛЬСКОГО ГОКА

ПРОЕКТ МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

09-04-235-ПМХХ

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

Санкт-Петербург

2024

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

«МИГРУП ПРОЕКТ»

Заказчик – JSC «RMG Copper»

39-Й ЯРУС ОГРАЖДАЮЩЕЙ ДАМБЫ МЕДНО-ПИРИТОВОГО ХВОСТОХРАНИЛИЩА МАДНЕУЛЬСКОГО ГОКА

ПРОЕКТ МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

09-04-235-ПМХХ

Генеральный директор Н.А. Бабич

Главный инженер проекта А.М. Бабич

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

Санкт-Петербург

2024

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Должность	Подпись	И.О. Фамилии	Дата
Главный инженер проекта		А.М. Бабич	04.2024 г.
Ведущий инженер		А.Г. Матвеева	04.2024 г.
Ведущий инженер		Д.С. Маслова	04.2024 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ... 6

1.1 Сведения об организации, разработавшей проект мониторинга ... 6

1.2 Краткая характеристика, состав и класс ГТС ... 6

1.3 Цели и задачи мониторинга безопасности ... 6

2 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ... 8

2.1 Краткая характеристика месторасположения ГТС ... 8

2.2 Особенности инженерно-геологических, гидрогеологических, климатических и гидрологических условий района, влияющих на состав мониторинга безопасности ГТС ... 8

2.3 Основные условия эксплуатации ГТС ... 18

2.4 Описание служб эксплуатации и мониторинга ГТС, их состава, функций, квалификации, состояния системы профессиональной подготовки, распределений обязанностей ... 19

2.5 Организация работы службы эксплуатации в чрезвычайных ситуациях ... 22

3 СОСТАВ, ОБЪЕМ И ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ ГТС ... 24

3.1 Определение класса ГТС, если это не установлено в проекте сооружения ... 24

3.2 Перечень основных функций системы мониторинга безопасности ГТС ... 24

3.3 Перечень и краткое описание объектов мониторинга безопасности ГТС ... 25

3.3.1 Перечень объектов мониторинга безопасности ГТС ... 25

3.3.2 Описание объектов мониторинга безопасности ГТС ... 26

3.4 Перечень контролируемых параметров ... 35

3.5 Критерии безопасной эксплуатации и предельно допустимые значения контролируемых параметров состояния ГТС ... 37

3.6 Методика проведения натурных наблюдений (по всем объектам мониторинга безопасности ГТС), в том числе методика визуальных наблюдений ... 41

3.6.1 Визуальные наблюдения ... 42

3.6.2 Геодезический контроль ... 53

3.6.3 Контроль фильтрационного режима ... 56

3.6.4 Контроль технологии складирования ... 60

3.6.5 Наблюдение за заполнением емкости накопителя ... 62

3.6.6 Контроль качества осветления оборотной воды ... 62

3.6.7 Контроль состояния систем гидротранспорта и оборотного водоснабжения ... 63

3.6.8 Методика определения пыли в воздушном потоке на границе хвостохранилища ... 64

3.7 Анализ результатов натурных наблюдений ... 64

3.8 Описание службы мониторинга безопасности ГТС и ее функций, схема ведения мониторинга, отражающая распределение обязанностей и порядок отчетности ... 66

3.9 Эксплуатация и ведение мониторинга безопасности ГТС в сложных и чрезвычайных ситуациях ... 67

3.10 Методическое обеспечение мониторинга безопасности ГТС ... 71

3.11 Рекомендации по внедрению и ведению геодинамического мониторинга ... 73

СПИСОК МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОЕКТА МОНИТОРИНГА ... 77

ПРИЛОЖЕНИЕ А – ВЕДЕНИЕ МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ ГТС ... 79

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – ФОРМЫ ЖУРНАЛОВ НАБЛЮДЕНИЙ ... 85

ПРИЛОЖЕНИЕ В – СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ КИА ... 93

ПЕРЕЧЕНЬ ТАБЛИЦ

Таблица 2.2.1 – Строительно-климатологическая характеристика (село Казрети)..... 8
Таблица 2.2.2 – Температура воздуха..... 8
Таблица 2.2.3 – Амплитуда температуры воздуха..... 8
Таблица 2.2.4 – Относительная влажность воздуха..... 9
Таблица 2.2.5 – Количество осадков..... 9
Таблица 2.2.6 – Снежный покров..... 9
Таблица 2.2.7 – Нормативные значения давления ветра..... 9
Таблица 2.2.8 – Нормативные значения давлении ветра..... 9
Таблица 2.2.9 – Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов, см..... 9
Таблица 2.2.10 – Физико-механические свойства ИГЭ-7..... 10
Таблица 2.2.11 – Гранулометрический состав ИГЭ-6..... 10
Таблица 2.2.12 – Физические свойства ИГЭ-6..... 10
Таблица 2.2.13 – Физические свойства ИГЭ-6..... 11
Таблица 3.3.1 – Перечень объектов мониторинга безопасности ГТС..... 25
Таблица 3.3.2 – Параметры намыва по годам эксплуатации при производительности ОФ по хвостам – 3,0 млн. тонн в год..... 30
Таблица 3.3.3 – Характеристики системы оборотного водоснабжения..... 32
Таблица 3.5.1 – Критерии безопасности ГТС..... 37
Таблица 3.6.2.1 – Требования к периодичности наблюдений..... 55

ПЕРЕЧЕНЬ РИСУНКОВ

Рисунок 3.6.3.1 – Способ замера расхода..... 58

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий Проект мониторинга хвостового хозяйства обогатительной фабрики горно-обогатительного комбината Маднеули разработан на основании договора №09-03-24 от 27.02.2024 г. между JSC «RMG Copper» (Грузия) и ООО «МИГРУП ПРОЕКТ» (Российская Федерация, г. Санкт-Петербург) в соответствии с Техническим заданием на проектирование, представленным в Приложении А.

Разрабатываемый Проект мониторинга предусматривает эксплуатацию сооружений хвостового хозяйства обогатительной фабрики Маднеули в течение 2026÷2028 гг. в рамках действия Проекта эксплуатации на 2026÷2028 гг. с учетом строительства дамбы обвалования 39-го яруса хвостохранилища на отметку 876,0 м ограждающей дамбы.

Проект мониторинга выполнен в соответствии с действующими на территории Грузии нормами, Распоряжением Министерства экономического развития Грузии №1-1/609 от 17 апреля 2007 г. об утверждении «Правил безопасности минеральных и неминеральных полезных ископаемых, полезных ископаемых, агрегатных и минеральных заводов», а также действующими или рекомендованными к применению на территории РФ нормативными документами, такими как:

- «Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов» (ПБ 03-438-02).

- «Инструкция о порядке ведения мониторинга безопасности гидротехнических сооружений предприятий, организаций, подконтрольных Госгортехнадзору России» (РД 03-259-98).

- «Методические рекомендации по составлению проекта мониторинга гидротехнических сооружений на поднадзорных Госгортехнадзору России производствах, объектах и организациях» (РД 03-417-01).

- «Инструкция о порядке определения критериев безопасности и оценки состояния гидротехнических сооружений накопителей жидких отходов на поднадзорных Госгортехнадзору России производствах, объектах и организациях» (РД 03-443-02).

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Сведения об организации, разработавшей проект мониторинга

Проект мониторинга разработан Обществом с ограниченной ответственностью «Мигруп Проект» – ООО «Мигруп Проект»:
- почтовый адрес: 197183, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Дибуновская, д. 37, пом. 213;
- телефон/факс: 8(812)677-29-07;
- банковские реквизиты: р/с 40702810003000083556 в Ф-Л «Северная Столица» АО «РАЙФФАЙЗЕНБАНК», к/сч 30101810100000000723, БИК 044030723;
- генеральный директор – Бабич Н.А.

1.2 Краткая характеристика, состав и класс ГТС

Хвостохранилище по способу заполнения – намывного типа. Наращивание хвостохранилища для последующего намыва производится с предварительной отсыпкой дамбы обвалования для организации очередного яруса намыва.

В настоящее время эксплуатация медно-пиритного хвостохранилища производится с дамбы обвалования 38-ого яруса с проектной отметкой гребня 868,0 м.

Максимальная высота дамбы в настоящее время – 185 м, сооружение относится к ГТС I класса.

При создании очередного яруса намыва производится формирование низового откоса дамбы с генеральным проектным заложением. Генеральное заложение низового откоса центральной части дамбы – 1:4 (до отметки 748,5) и далее по высоте – 1:6, боковой части дамбы – 1:4 (до отметки 836) и далее по высоте -1:6.

Для создания емкости на период 2026÷2028 г.г. необходимо строительство очередного 39-ого яруса с отм. гребня ограждающей дамбы хвостохранилища 876,0 м.

1.3 Цели и задачи мониторинга безопасности

Мониторинг безопасности – это совокупность постоянных (непрерывных) наблюдений за состоянием безопасности гидротехнических сооружений и характером их воздействия на окружающую среду.

Основной задачей мониторинга безопасности является обеспечение управления в области рациональной и безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений, предотвращению отрицательного воздействия на окружающую среду.

Цель мониторинга безопасности ГТС – обеспечение условий безопасной эксплуатации сооружений и предотвращение возникновения аварийной ситуации на основе визуальных и инструментальных наблюдений за состоянием гидротехнических сооружений и технологических процессов.

Цели и задачи мониторинга безопасности достигаются посредством организации системы постоянных визуальных и инструментальных наблюдений, обеспечивающих получение качественной и достоверной информации в необходимых объемах.

Проект мониторинга разработан в соответствии «Методическими рекомендациями по составлению проекта мониторинга гидротехнических сооружений на поднадзорных Госгортехнадзору России производствах, объектах и в организациях» (РД 03-417-01), утвержденных постановлением Госгортехнадзора России от 04.07.2001 г. №27 [12], с учетом требований и рекомендаций основных правовых, руководящих и методических документов в области организации и проведении надзора за безопасностью ГТС:

- Распоряжением Министерства экономического развития Грузии №1-1/609 от 17 апреля 2007 г. об утверждении «Правил безопасности минеральных и неминеральных полезных ископаемых, полезных ископаемых, агрегатных и минеральных заводов» [10].
- «Инструкции о порядке ведения мониторинга безопасности гидротехнических сооружений предприятий, организаций, подконтрольных органам Госгортехнадзора России» (РД 03-259-98), утвержденной постановлением Госгортехнадзора России от 12.01.98. №2 и зарегистрированной Минюстом России 04.02.1998., рег. № 1467 [11].
- «Правил безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов (ПБ 03-438-02), утв. Постановлением Госгортехнадзора России № 6 от 28.01.2002 [7].

Проект мониторинга содержит общие сведения о ГТС хвостового хозяйства обогатительной фабрики горно-обогатительного комбината Маднеули, определяет состав объектов мониторинга, критерии безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений, регламентирует методику проведения натурных наблюдений, интерпретацию их результатов и оценку эксплуатационного состояния ГТС по результатам мониторинга.

2 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

2.1 Краткая характеристика месторасположения ГТС

Обогатительная фабрика и хвостовое хозяйство предприятия Маднеули расположены рядом с поселком Казрети Болнисского района Республики Грузия, в 50 км к юго-западу от Тбилиси. Медно-пиритовое хвостохранилище расположено на расстоянии ~2,5 км от обогатительной фабрики, в долине ручья Болис-Хеви.

Обогатительная фабрика ГОКа Маднеули эксплуатируется с 1975 года.

2.2 Особенности инженерно-геологических, гидрогеологических, климатических и гидрологических условий района, влияющих на состав мониторинга безопасности ГТС

Климат района умеренно-теплый, сухой. Влажность и среднегодовая температура воздуха в разных местах района различны: максимум температур приходится на июль-август, а минимум температур – на январь. Среднегодовая температура воздуха +11,4°С. Средние месячные и годовая температуры воздуха приведены в таблице 2.2.2. Абсолютный минимум температур воздуха: -27°С, абсолютный максимум температур: +39°С. Средняя годовая скорость ветра колеблется от 2,1 до 2,5 м/с. Для проектируемого района характерны ветры СВ, В, З, СЗ направлений. В среднем, в году бывает от 19 до 25 дней с сильным ветром.

Ниже в таблицах 2.1.1 –2.1.9 приведены климатические характеристики района.

Таблица 2.2.1 –Строительно-климатологическая характеристика (село Казрети)

Климатический район	Климатический подрайон	Средняя температура января, °С	Средняя температура июля, °С
II	IIб	от -5 до -2	от +21 до +25

Таблица 2.2.2 –Температура воздуха

Средняя месячная и годовая температура воздуха, °С													Абсолютный минимум, °С	Абсолютный максимум, °С	Средняя температура самого холодного периода, °С
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ср. год			
-0,3	1,2	5,0	10,5	15,8	19,7	22,1	22,3	18,7	13,2	6,8	2,1	11,4	-27	39	-0,4

Таблица 2.2.3 –Амплитуда температуры воздуха

Характеристика	Амплитуда температуры воздуха по месяцам, ºС											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Средняя месячная	8,5	9,5	10,5	11,0	11,0	12,0	11,0	11,5	11,0	10,0	8,5	8,5
Максимальная месячная	19,0	20,0	21,1	21,5	21,6	22,5	21,5	22,0	21,5	20,6	19,0	19,1

Таблица 2.2.4 –Относительная влажность воздуха

Средняя месячная и годовая влажность воздуха, °С												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ср. год
65	66	68	68	70	72	72	72	73	76	74	64	70

Таблица 2.2.5 –Количество осадков

Количество осадков в год, мм	Суточный максимум осадков, мм
600	110

Таблица 2.2.6 –Снежный покров

Масса снежного покрова, КПА	Количество дней со снежным покровом	Водоносность снежнего покрова, мм
0,5	24	32*

* Данные по водоносности снежного покрова получены по данным Дманиси.

Таблица 2.2.7 –Нормативные значения давления ветра

W_0 раз в 5 лет, КПА	W_0 раз в 15 лет, КПА
0,23	0,38

Таблица 2.2.8 –Нормативные значения давлении ветра

Наибольшая скорость ветра, возможная раз в 1, 5, 10, 15, 20 лет, м / сек.					Направление ветра и повторяемость штиля (%) в год*								
1	5	10	15	20	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль
16	20	24	26	27	2 8	1 11	8 16	5 6	2 2	4 5	44 9	34 43	56 27

* Направление ветра и повторяемость штиля даны следующим образом:
в числителе – по данным Болниси; в знаменателе – по данным Дманиси.

Таблица 2.2.9 –Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов, см

Глина и суглинистый грунт	Песок мелкий и пылеватый; супесь	Песок средний и крупный; гравелистый песок	Крупнообломочный грунт
0	0	0	0

Инженерно-геологические, гидрологические, гидрогеологические и сейсмические условия района

С точки зрения рельефа, территория расположения участка и смежная зона представлена интенсивно оврагообразными и эрозивными склонами ущелий рек Машавера, Храми и их притоков. Левые притоки реки Машавера имеют субширотное направление, так же, как и хребты, расположенные между ними. Правые притоки и соответственно хребты, расположенные между ними, имеют переменные направления. В целом, развитые на территории ущелья и склоны хребта создают сложную конфигурацию эрозионного рельефа. Склоны, в большинстве случаев, засажены деревьями (облесены), их уклон переменный. Пологие откосы часто чередуются с крутыми склонами.

Медно-пиритовое хвостохранилище расположено на расстоянии ~2,5 км от ОФ в долине ручья Болис-Хеви. Русло ручья слабоизвилистое. Средний уклон ручья по тальвегу – 0,06-0,092. Склоны долины покрыты лесом; наклон бортов от 15° до 45°. Абсолютные отметки рельефа в пределах 700-950 м.

По данным отчета ООО «Джеоинжиниринг» о результатах инженерно-геологических изысканий, выполненных на территории хвостохранилища в мае-июне 2020 года, основание хвостохранилища представлено туфами и туфобрекчиями. Коренные породы обладают физико-механическими свойствами, характеризующими их как прочные скальные грунты.

Результаты исследований свойств грунтов основания по данным отчета ООО «Джеоинжиниринг» [3] приведены в таблице 2.2.10.

Таблица 2.2.10 –Физико-механические свойства ИГЭ-7

Описание грунта	Показатель физико-механических свойств грунта	Ед. изм.	Нормативное значение	Расчётное значение для доверительной вероятности		
				α=0,85	α=0,95	α=0,99
ТУФЫ И ТУФОБРЕЧИИ зеленовато-серые, умеренно выветрелые, прочные	Плотность, ρ	гр/см^3	2,435	2,421	2,411	2,395
	Предел прочности в водонасыщенном состоянии, Rc	МПа	883,637	697,346	560,840	344,036

В основании первичной дамбы залегают суглинки коричневые, твёрдые, с включением дресвы и щебня (делювиально-элювиальные отложения - deQ_{IV}), ИГЭ-6. Мощность залегания ИГЭ-6 по результатам бурения скв. №3 и №4 в основании и у подножия ограждающей дамбы, составляет соответственно 1,6 м и 32,6 м. Гранулометрический состав и физические характеристики ИГЭ-6 приведены в таблицах 2.2.11, 2.2.12 и 2.2.13.

Таблица 2.2.11 –Гранулометрический состав ИГЭ-6

Состав фракций, %				
Щебень 10-20 мм	Дресва 2,0-10 мм	Песок 0,1-2,0 мм	Песок пылеватый 0,005-0,1 мм	Глинистые частицы <0,005 мм
13,4	13,7	16,5	35,2	21,2

Таблица 2.2.12 –Физические свойства ИГЭ-6

Показатель свойства грунта		Ед. изм.	Нормативное значение	Расчетное значение		
				α=0,85	α=0,95	α=0,99
Естественная влажность W		д.ед.	0,182	-	-	-
Верхний предел пластичности, W_L		д.ед.	0,361	-	-	-
Нижний предел пластичности, W_P		д.ед.	0,205	-	-	-
Плотность минеральных частиц, α_s		гр/см^3	2,71		-	-
	в фундаменте	гр/см^3	1,93	1,92	1,90	1,88

Показатель свойства грунта		Ед. изм.	Нормативное значение	Расчетное значение		
				α=0,85	α=0,95	α=0,99
Плотность, ρ	в откосе			1,95	1,97	1,99

Таблица 2.2.13 –Физические свойства ИГЭ-6

Число пластичности, Ip	Плотность скелета ρ_d, гр/см^3	Пористость, n	Коэфициент пористости, e	Влажность набухания, W_n	Показатель текучести, I_L	Степень влажности, Sr
0,157	1,64	0,395	0,654	0,242	-0,14	0,75

Дамбы обвалования отсыпаны из щебенистых грунтов с песчаным заполнителем (ИГЭ-1). Гранулометрический состав ИГЭ-1 приведен в таблице 2.2.14.

Таблица 2.2.14 –Гранулометрический состав ИГЭ-1

Состав фракций, %				
Глыбы >200мм	Щебень 10-20 мм	Дресва 2,0-10 мм	Песок 0,1-2,0 мм	Песок пылеватый 0,005-0,1 мм; глинистые частицы <0,005 мм
-	67,2	15,2	13,4	16,2

Толща уложенных хвостов достигает 100 м и представлена глинистыми разновидностями грунтов (переслаиванием супеси, песка и суглинка). Свойства намывных грунтов были изучены в рамках инженерно-геологических изысканий ООО «Нефтегазпроектстрой» в 2021 году и представлены в отчете шифр 20/195-ИГИ [8]. В сентябре-декабре 2023 г. были выполнены дополнительные инженерно-геологические изыскания на хвостохранилище Маднеули, в ходе которых были уточнены физико-механические свойства грунтов, выполнены исследования по оценке изменения модуля деформации хвостов с глубиной. Результаты дополнительных изысканий приведены в «Техническом отчёте по результатам дополнительных инженерно-геологических изысканий по объекту «Медно-пиритовое хвостохранилище Маднеульского ГОКа» (шифр 24/01/2023-ИГИ, ООО «Ставпроектстрой», г. Ставрополь, 2023 г.) [9]. Далее приведено описание намывных грунтов согласно нумерации ИГЭ в отчетах [8] и [9] с индексом «х» во избежание повторения обозначений, приводимых по отчету [3].

ИГЭ-1х (tQIVnm) [9]. Песок пылеватый, плотный, водонасыщенный. Мощность 2,8-11,8 м. Нормативное значение природной влажности 19,4 %; плотности грунта природного сложения 2,17 т/м3; коэффициента пористости 0,575, степени влажности 0,97.

Содержание частиц размером более 0,1 мм – 66,8 %.

По обобщенным данным гранулометрического состава пески ИГЭ-1х согласно ГОСТ 25100-2020 неоднородные, по степени морозной пучинистости – непучинистые.

Согласно табл. Б.10 ГОСТ 25100-2020 грунт классифицируется как песок плотный.

Модуль деформации по результатам компрессионных испытаний грунта в водонасыщенном состоянии, рассчитанный под нагрузками 0,1-1,5 МПа, изменяется от 13,2 до 93,3 МПа.

Модуль деформации по результатам испытаний грунтов статическими нагрузками трехосного сжатия, выполненный консолидировано-дренированным методом испытаний, рассчитанный при заданных нагрузках, в среднем составляет 49,4 МПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные в приборе трехосного сжатия методом консолидировано-дренированного среза (ГОСТ 12248.3-2020), составляют: угол внутреннего трения 35°, удельное сцепление - 3 кПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные в приборе трехосного сжатия методом консолидировано-недренированного среза (ГОСТ 12248.3-2020), составляют: угол внутреннего трения 35°, удельное сцепление - 1 кПа.

Коэффициент фильтрации ИГЭ-1х изменяется от 1,13 до 1,59 м/сутки.

ИГЭ-2х (tQIVnm) [8]. Песок мелкий плотный водонасыщенный. Мощность 2,2-28,5 м. Нормативное значение природной влажности 17,3%; плотности грунта природного сложения 2,20 т/м3; коэффициента пористости 0,516, степени влажности 0,94.

Содержание частиц размером более 0,1 мм - 76,1%.

По обобщенным данным гранулометрического состава пески ИГЭ-2х согласно ГОСТ 25100-2020 неоднородные, по степени морозной пучинистости - непучинистые.

Согласно табл. Б.10 ГОСТ 25100-2020 грунт классифицируется как песок плотный.

Модуль деформации по результатам компрессионных испытаний грунта в водонасыщенном состоянии, рассчитанный в интервале нагрузок 0,1-0,2 МПа, изменяется от 12,3 до 15,0 МПа, и в среднем составляет 13,6 МПа.

Модуль деформации по результатам испытаний грунтов статическими нагрузками трехосного сжатия в природном состоянии, рассчитанный в интервале нагрузок 0,1-0,2 МПа, изменяется от 21,8 до 45,4 МПа, и в среднем составляет 27,8 МПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные по данным лабораторных испытаний грунта в водонасыщенном состоянии методом консолидированного среза (ГОСТ 12248-2010), составляют: угол внутреннего трения 49°, удельное сцепление - 11 кПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные по данным лабораторных испытаний грунта в природном состоянии методом неконсолидированного среза (ГОСТ 12248-2010), составляют: угол внутреннего трения 50°, удельное сцепление - 12 кПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные методом трехосного сжатия в водонасыщенном состоянии методом консолидированного среза (ГОСТ 12248-2010), составляют: угол внутреннего трения 36°, удельное сцепление – 3 кПа.

Плотность песка в рыхлом состоянии изменяется от 1,31 до 1,47 г/см3, коэффициент фильтрации – от 1,14 до 2,46 м/сутки. Среднее значение коэффициента фильтрации 1,53 м/сут.

Плотность песка в уплотненном состоянии изменяется от 1,20 до 1,67 г/см3, коэффициент фильтрации - от 0,24 до 0,72 м/сутки, в среднем - 0,45 м/сут.

ИГЭ-3х (tQIVn m) [8]. Песок пылеватый рыхлый малой степени водонасыщения. Мощность 1,9 – 6,8 м.

Нормативное значение природной влажности 12,4%; плотности грунта природного сложения 1,79 т/м3; коэффициента пористости 0,828, степени влажности 0,44.

Содержание частиц размером более 0,1 мм - 68,35%.

По обобщенным данным гранулометрического состава пески ИГЭ-3х согласно ГОСТ 25100-2011 неоднородные, по степени морозной пучинистости - непучинистые.

Согласно табл. Б.10 ГОСТ 25100-2020 грунт классифицируется как песок рыхлый.

Модуль деформации по результатам компрессионных испытаний грунта в водонасыщенном состоянии, рассчитанный в интервале нагрузок 0,1-0,2 МПа, изменяется от 10,3 до 12,4 МПа, и в среднем составляет 11,5 МПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные по данным лабораторных испытаний грунта в водонасыщенном состоянии методом консолидированного среза (ГОСТ 12248-2010), составляют: угол внутреннего трения 45°, удельное сцепление - 2 кПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные по данным лабораторных испытаний грунта в природном состоянии методом неконсолидированного среза (ГОСТ 12248-2010), составляют: угол внутреннего трения 45°, удельное сцепление – 3 кПа.

Плотность песка в рыхлом состоянии изменяется от 1,37 до 1,42 г/см3, коэффициент фильтрации - от 0,92 до 1,38 м/сутки. Среднее значение коэффициента фильтрации, равное 1,13 м/сут. Плотность песка в уплотненном состоянии изменяется от 1,54 до 1,60 г/см3, коэффициент фильтрации - от 0,30 до 0,47 м/сутки, в среднем- 0,39 м/сут.

ИГЭ-4х (tQIVnm) [8]. Песок средней плотности, пылеватый, водонасыщенный. Мощность 2,2 – 10,6 м.

Нормативное значение природной влажности 20,8%; плотности грунта природного сложения 2,06 т/м3; коэффициента пористости 0,648, степени влажности 0,90.

Содержание частиц размером более 0,1 мм – 71,3%.

По обобщенным данным гранулометрического состава пески ИГЭ-4х согласно ГОСТ 25100-2011 неоднородные, по степени морозной пучинистости - непучинистые.

Согласно табл. Б.10 ГОСТ 25100-2020 грунт классифицируется как песок средней плотности.

Модуль деформации по результатам компрессионных испытаний грунта в водонасыщенном состоянии, рассчитанный в интервале нагрузок 0,1-0,2 МПа, изменяется от 11,1 до 15,0 МПа, и в среднем составляет 13,1 МПа.

Модуль деформации по результатам испытаний грунтов статическими нагрузками трехосного сжатия в природном состоянии, рассчитанный в интервале нагрузок 0,1-0,2 МПа, изменяется от 12,7 до 22,1 МПа, и в среднем составляет 16,9 МПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные по данным лабораторных испытаний грунта в водонасыщенном состоянии методом консолидированного среза (ГОСТ 12248-2010), составляют: угол внутреннего трения 49°, удельное сцепление - 2 кПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные по данным лабораторных испытаний грунта в природном состоянии методом неконсолидированного среза (ГОСТ 12248-2010), составляют: угол внутреннего трения 47°, удельное сцепление - 3 кПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные методом трехосного сжатия в водонасыщенном состоянии методом консолидированного среза (ГОСТ 12248-2010), составляют: угол внутреннего трения 31°, удельное сцепление – 3 кПа.

Плотность песка в рыхлом состоянии изменяется от 1,31 до 1,50 г/см3, коэффициент фильтрации - от 1,45 до 3,93 м/сутки. Среднее значение коэффициента фильтрации 2,73 м/сут.

Плотность песка в уплотненном состоянии изменяется от 1,62 до 1,73 г/см3, коэффициент фильтрации - от 0,17 до 0,83 м/сутки, в среднем - 0,59 м/сут.

ИГЭ-5х (tQIVnm) [9]. Супесь пластичная, песчанистая. Мощность 3,9 – 25,5 м.

Нормативное значение природной влажности 19,5 %, плотности 2,11 г/см3, числа пластичности 4,5%, показателя текучести 0,36, коэффициента пористости 0,636 д.ед., степени влажности 0,88 д.ед. Масса частиц диаметром размером 2-0,05 мм составляет 79,1%.

По данным гранулометрического состава супеси ИГЭ-5х - неоднородные.

Модуль деформации по результатам компрессионных испытаний грунта в водонасыщенном состоянии, рассчитанный под нагрузками 0,1-1,5 МПа, изменяется от 9,2 до 65,1 МПа.

Модуль деформации по результатам испытаний грунтов статическими нагрузками трехосного сжатия выполненный консолидировано-дренированным методом испытаний, рассчитанный при заданных нагрузках, в среднем составляет 25,1 МПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные по данным лабораторных испытаний грунта в водонасыщенном состоянии методом консолидированного среза (ГОСТ 12248.1-2020), составляют: угол внутреннего трения 42°, удельное сцепление - 9 кПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные в приборе трехосного сжатия методом консолидировано-дренированного среза (ГОСТ 12248.3-2020), составляют: угол внутреннего трения 34°, удельное сцепление - 5 кПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные в приборе трехосного сжатия методом консолидировано-недренированного среза (ГОСТ 12248.3-2020), составляют: угол внутреннего трения 35°, удельное сцепление - 3 кПа.

Коэффициент фильтрации супеси при удельных нагрузках на грунт 0,3 МПа – 3,04 Е-03 м/сутки, 0,5 МПа – 6,40 Е-0,3 м/сут, 1,0 МПа – 3,25 Е-0,3 м/сут.

ИГЭ-6х (tQIVnm) [9]. Супесь песчанистая, текучая. Мощность 5,2 – 19,7 м.

Нормативное значение природной влажности 23,0 %, плотности 2,08 г/см3, числа пластичности 5,4%, показателя текучести 1,04, коэффициента пористости 0,681 д.ед., степени влажности 0,96 д.ед. Масса частиц диаметром размером 2-0,05 мм составляет 83,0%.

По данным гранулометрического состава супеси ИГЭ-6х - неоднородные.

Модуль деформации по результатам компрессионных испытаний грунта в водонасыщенном состоянии, рассчитанный под нагрузками 0,1-1,5 МПа, изменяется от 11,6 до 83,2 МПа.

Модуль деформации по результатам испытаний грунтов статическими нагрузками трехосного сжатия выполненный консолидировано-дренированным методом испытаний, рассчитанный при заданных нагрузках, в среднем составляет 47,4 МПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные по данным лабораторных испытаний грунта в водонасыщенном состоянии методом консолидированного среза (ГОСТ 12248.1-2020), составляют: угол внутреннего трения 44°, удельное сцепление - 10 кПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные в приборе трехосного сжатия методом консолидировано-дренированного среза (ГОСТ 12248.3-2020), составляют: угол внутреннего трения 34°, удельное сцепление - 3 кПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные в приборе трехосного сжатия методом консолидировано-недренированного среза (ГОСТ 12248.3-2020), составляют: угол внутреннего трения 45°, удельное сцепление - 2 кПа.

Коэффициент фильтрации супеси ИГЭ-6 при удельных нагрузках на грунт 0,3 МПа – 3,86 Е-03 м/сутки, 0,5 МПа – 7,29 Е-0,3 м/сут, 1,0 МПа – 2,45 Е-0,3 м/сут.

ИГЭ-7х (tQIVnm) [8]. Супесь песчанистая, твердая. Мощность 2,9 – 14,5 м.

Нормативное значение природной влажности 15,9%, плотности 2,19 г/см3, числа пластичности 3,5%, показателя текучести 0,47, коэффициента пористости 0,487 д.ед., степени влажности 0,89 д.ед. Масса частиц диаметром размером 2-0,05 мм составляет 88,2%.

По данным гранулометрического состава супеси ИГЭ-7х – неоднородные.

Модуль деформации по результатам компрессионных испытаний грунта в водонасыщенном состоянии, рассчитанный в интервале нагрузок 0,1-0,2 МПа, изменяется от 12,0 до 19,7 МПа, и в среднем составляет 15,7 МПа.

Модуль деформации по результатам испытаний грунтов статическими нагрузками трехосного сжатия в природном состоянии, рассчитанный в интервале нагрузок 0,1-0,2 МПа, изменяется от 19,2 до 55,4 МПа, и в среднем составляет 20,1 МПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные по данным лабораторных испытаний грунта в водонасыщенном состоянии методом консолидированного среза (ГОСТ 12248-2010), составляют: угол внутреннего трения 46°, удельное сцепление - 8 кПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные по данным лабораторных испытаний грунта в природном состоянии методом неконсолидированного среза (ГОСТ 12248-2010), составляют: угол внутреннего трения 42°, удельное сцепление - 13 кПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные методом трехосного сжатия в водонасыщенном состоянии методом консолидированного среза (ГОСТ 12248-2010), составляют: угол внутреннего трения 34°, удельное сцепление – 5 кПа.

Коэффициент фильтрации суглинка по результатам лабораторных испытаний изменяется от 9,83E-04 до 1,15E-02 м/сутки, среднее значение – 6,0E-03 м/сут.

ИГЭ-8х (tQIVnm) [9]. Суглинок легкий, тугопластичный. Мощность 11,5 м.

Нормативное значение природной влажности 23,2 %, плотности 2,06 г/см3, числа пластичности 8,0%, показателя текучести 0,34, коэффициента пористости 0,667 д.ед., степени влажности 0,97 д.ед. Масса частиц диаметром размером 2-0,05 мм составляет 70,0%.

По данным гранулометрического состава суглинки ИГЭ-8х – неоднородные.

Модуль деформации по результатам компрессионных испытаний грунта в водонасыщенном состоянии, рассчитанный под нагрузками 0,1-1,5 МПа, изменяется от 12,2 до 79,0 МПа.

Модуль деформации по результатам испытаний грунтов статическими нагрузками трехосного сжатия выполненный консолидировано-дренированным методом испытаний, рассчитанный при заданных нагрузках, в среднем составляет 27,0 МПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные по данным лабораторных испытаний грунта в водонасыщенном состоянии методом консолидированного среза (ГОСТ 12248.1-2020), составляют: угол внутреннего трения 42°, удельное сцепление - 11 кПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные в приборе трехосного сжатия методом консолидировано-дренированного среза (ГОСТ 12248.3-2020), составляют: угол внутреннего трения 27°, удельное сцепление - 18 кПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные в приборе трехосного сжатия методом консолидировано-недренированного среза (ГОСТ 12248.3-2020), составляют: угол внутреннего трения 31°, удельное сцепление - 10 кПа.

Коэффициент фильтрации суглинка ИГЭ-8 при удельных нагрузках на грунт 0,3 МПа – 1,69 Е-03 м/сутки, 0,5 МПа – 1,30 Е-0,3 м/сут, 1,0 МПа – 6,17 Е-0,3 м/сут.

ИГЭ-9х (tQIVnm) [9]. Суглинок легкий, мягкопластичный. Мощность 1,4 – 5,3 м.

Нормативное значение природной влажности 26,2 %, плотности 2,01 г/см3, числа пластичности 9,5%, показателя текучести 0,64, коэффициента пористости 0,768 д.ед., степени влажности 0,96 д.ед. Масса частиц диаметром размером 2-0,05 мм составляет 62,4%.

По данным гранулометрического состава суглинки ИГЭ-9х - однородные.

Модуль деформации по результатам компрессионных испытаний грунта в водонасыщенном состоянии, рассчитанный под нагрузками 0,1-1,5 МПа, изменяется от 8,4 до 72,8 МПа.

Модуль деформации по результатам испытаний грунтов статическими нагрузками трехосного сжатия выполненный консолидировано-дренированным методом испытаний, рассчитанный при заданных нагрузках, в среднем составляет 21,6 МПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные по данным лабораторных испытаний грунта в водонасыщенном состоянии методом консолидированного среза (ГОСТ 12248.1-2020), составляют: угол внутреннего трения 42°, удельное сцепление - 4 кПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные в приборе трехосного сжатия методом консолидировано-дренированного среза (ГОСТ 12248.3-2020), составляют: угол внутреннего трения 34°, удельное сцепление - 7 кПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные в приборе трехосного сжатия методом консолидировано-недренированного среза (ГОСТ 12248.3-2020), составляют: угол внутреннего трения 41°, удельное сцепление - 4 кПа.

Коэффициент фильтрации суглинка ИГЭ-9 при удельных нагрузках на грунт 0,3 МПа – 3,88 Е-03 м/сутки, 0,5 МПа – 5,02 Е-0,3 м/сут, 1,0 МПа – 5,86 Е-0,3 м/сут.

ИГЭ-10х (tQIVnm) [8]. Суглинок легкий, текучепластичный. Мощность 1,8 – 5,9 м.

Нормативное значение природной влажности 29,4 %, плотности 1,98 г/см3, числа пластичности 9,3%, показателя текучести 0,89, коэффициента пористости 0,841 д.ед., степени влажности 0,99 д.ед. Масса частиц диаметром размером 2-0,05 мм составляет 53,7%.

По данным гранулометрического состава суглинки ИГЭ-10х - однородные.

Модуль деформации по результатам компрессионных испытаний грунта в водонасыщенном состоянии, рассчитанный под нагрузками 0,1-1,5 МПа, изменяется от 8,9 до 82,5 МПа.

Модуль деформации по результатам испытаний грунтов статическими нагрузками трехосного сжатия выполненный консолидировано-дренированным методом испытаний, рассчитанный при заданных нагрузках, в среднем составляет 38,2 МПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные по данным лабораторных испытаний грунта в водонасыщенном состоянии методом консолидированного среза (ГОСТ 12248.1-2020), составляют: угол внутреннего трения 42°, удельное сцепление - 10 кПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные в приборе трехосного сжатия методом консолидировано-дренированного среза (ГОСТ 12248.3-2020), составляют: угол внутреннего трения 29°, удельное сцепление - 10 кПа.

Нормативные значения прочностных характеристик, определенные в приборе трехосного сжатия методом консолидировано-недренированного среза (ГОСТ 12248.3-2020), составляют: угол внутреннего трения 39°, удельное сцепление - 5 кПа.

Коэффициент фильтрации суглинка ИГЭ-10 при удельных нагрузках на грунт 0,3 МПа – 6,65 Е-03 м/сутки, 0,5 МПа – 3,30 Е-0,3 м/сут, 1,0 МПа – 5,08 Е-0,3 м/сут.

По результатам химических анализов согласно классификации Щугарева С.Н. фильтрационные воды отмечены во всех скважинах относятся к сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевому составу, с сухим остатком 1025,0-2650,0 г/дм3, pH 7,45-7,58.

Фильтрационные воды техногенных отложений по отношению:

- к бетонам марок и видов цемента W4-W8 и к арматуре железобетонных конструкций на портландцементе по ГОСТ 10178-85 – сильноагрессивные;

- к бетонам марок и видов цемента W10-W14 и к арматуре железобетонных конструкций на портландцементе по ГОСТ 10178-85 – среднеагрессивные;

- к бетонам марок и видов цемента W16-W20 и к арматуре железобетонных конструкций на портландцементе по ГОСТ 10178-85 – слабоагрессивные;

- к бетонам всех марок и всех видов цемента и к арматуре железобетонных конструкций на портландцементе по ГОСТ 10178-85 с добавками и на сульфатостойкие цементы по ГОСТ 22266-85 - агрессивными свойствами не обладают, за исключением скв. 4, там к бетонам марок и видов цемента W4-W8 и к арматуре железобетонных конструкций на портландцементе по ГОСТ 10178-85 с добавками – слабоагрессивная.

В соответствии с нормативным документом СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах», расчетная сейсмичность площадки составляет 8 баллов с учетом табл.1, 5, и Приложений 1 и 2.

2.3 Основные условия эксплуатации ГТС

Для оценки условий эксплуатации ГТС хвостового хозяйства обогатительной фабрики горно-обогатительного комбината Маднеули используются значения *контролируемых показателей состояния гидротехнических сооружений* – количественных показателей, измеряемых с помощью технических средств или рассчитываемых на основании результатов измерений, а также качественных показателей эксплуатационного состояния ГТС, устанавливаемых на основании визуального осмотра. Определены значения *критериев безопасности гидротехнического сооружения* – предельных значений количественных и качественных показателей состояния гидротехнического сооружения и условий его эксплуатации, соответствующих допустимому уровню риска аварии гидротехнического сооружения (см. п. 3.4, 3.5 настоящего документа).

На основании сравнения значений контролируемых показателей с критериями безопасности и допустимыми показателями контролируемых параметров основных сооружений и технологических объектов. В соответствии с «Инструкцией о порядке определения критериев безопасности…» [11] состояние сооружений оценивается как надежное, удовлетворительное или предаварийное.

Надежное (работоспособное) эксплуатационное состояние ГТС – состояние, при котором сооружение соответствует всем требованиям нормативных документов и проекта при действии нагрузок основного сочетания, значения контролируемых показателей состояния сооружений не превышают (не менее) соответствующих критериев безопасности I-ого уровня, сооружение можно эксплуатировать без разработки каких-либо мероприятий, повышающих безопасность его эксплуатации.

Удовлетворительное (частично неработоспособное) эксплуатационное состояние ГТС – состояние, при котором значение хотя бы одного контролируемого показателя стало больше (меньше) соответствующих критериев безопасности 1-ого уровня, но значения контролируемых показателей состояния сооружений не превышают (не менее) соответствующих критериев безопасности 2-ого уровня, и сооружение находится под действием нагрузок и воздействий, не превышающих предусмотренные проектом значения нагрузок особого сочетания. При этом ГТС можно эксплуатировать при условии разработки и выполнения в определенные сроки необходимых мероприятий. Эти мероприятия разрабатываются на основе анализа конкретных показателей по факторам, которые могут создать аварийную ситуацию, и содержат необходимые меры по нейтрализации действия таких факторов.

Предаварийное (предельное) эксплуатационное состояние ГТС – состояние, при котором сооружение имеет повреждения или дефекты, при которых оно не может эксплуатироваться при воздействии основного сочетания нагрузок ввиду угрозы аварии, и (или) сооружение находится под воздействием особого сочетания нагрузок, превышающих допускаемые проектом значения с угрозой аварии, и (или) появляются признаки прогрессирующего развития деструктивных процессов, необратимо ведущих к аварии.

В разделе 3.5 настоящего документа представлены разработанные критерии безопасности и допустимые показатели контролируемых параметров основных сооружений и технологических объектов для проектных параметров.

2.4 Описание служб эксплуатации и мониторинга ГТС, их состава, функций, квалификации, состояния системы профессиональной подготовки, распределений обязанностей

Эксплуатацией и техническим контролем всех гидротехнических сооружений и систем хвостового хозяйства занимается персонал предприятия.

Для ведения мониторинга безопасности при необходимости могут привлекаться специализированные организации и институты. Решение наиболее сложных вопросов

эксплуатации гидротехнических сооружений выполняется с привлечением ведущих проектных и научно-исследовательских организаций.

Эксплуатационный персонал должен иметь необходимую квалификацию, позволяющую эксплуатировать гидротехнические сооружения. Персонал участка хвостового хозяйства должны проходить проверку знаний правил, норм и инструкций с периодичностью, регламентированной действующими нормативными документами. Рабочие участка должны регулярно проходить повторный инструктаж по безопасности труда и проверку знания инструкции по соответствующим профессиям. Для проверки знаний по технике безопасности у руководящих специалистов должна быть создана постоянно действующая экзаменационная комиссия и аттестационная комиссия.

Участок хвостового хозяйства является структурным предприятия. Участок хвостового хозяйства возглавляет начальник участка, который подчиняется непосредственно Исполнительному директору. Начальник участка хвостового хозяйства является ответственным лицом за техническое состояние и эксплуатацию ГТС и систем гидротранспорта и оборотного водоснабжения.

Состав эксплуатационного персонала участка хвостового хозяйства:

– Начальник хвостового хозяйства – 1 чел.;

– Старший регулировщик хвостового хозяйства – 1 чел.;

– Регулировщик хвостового хозяйства – 5 чел.;

– Машинист насосного оборудования – 5 чел.

Эксплуатационный персонал участка хвостового хозяйства несет ответственность

– за безаварийную работу всех систем хвостового хозяйства;

– за техническую исправность и готовность к работе всех сооружений хвостового хозяйства;

– за правильный и своевременный контроль состояния всех систем и сооружений.

Также эксплуатационный персонал должен обеспечивать:

– выполнение мероприятий по защите окружающей среды от загрязнения;

– соблюдение правил техники безопасности и пожарной безопасности.

Основными задачами службы эксплуатации участка хвостового хозяйства являются:

– Обеспечение беспрерывной и круглосуточной эксплуатации хвостохранилища в соответствии с годовым графиком заполнения и проектом эксплуатации. Разработка планов (графиков) планово-предупредительных ремонтов оборудования, насосных агрегатов, пульповодов, водоводов, запорной арматуры. Разработка, выполнение мероприятий, направленных на обеспечение надлежащих условий безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений хвостохранилища. Разработка и реализация противопаводковых мероприятий.

– Оформление заявок на приобретение материалов и оборудования, необходимых при эксплуатации гидротехнических сооружений.

– Разработка, согласование и утверждение в установленном порядке плана ликвидации аварий (ПЛА) и проведение тренировок обслуживающего персонала по плану ликвидации аварий.

– Разработка и ведение мониторинга безопасности гидротехнических сооружений в соответствии с инструкцией по ведению мониторинга.

– Разработка и соблюдение местной инструкции по эксплуатации хвостового хозяйства.

– Ведение в соответствии с «Правилами безопасности накопителей жидких промышленных отходов» журналов, необходимых при эксплуатации хвостохранилища.

– Подготовка предложений по аттестации, рационализации, учету и планированию рабочих мест, внедрению научной организации труда, выявлению и использованию резервов повышения производительности труда.

– Контроль соблюдения правил и норм охраны труда и техники безопасности со стороны обслуживающего персонала участка, производственной и трудовой дисциплины, правил внутреннего распорядка.

Эксплуатационным персоналом ведется журнал производства работ по каждому из сооружений хвостохранилища. Полученные данные используются для первичного анализа безопасности сооружения и составления годового отчета о состоянии хвостохранилища.

Каждый работник в случае обнаружения нарушений в техническом состоянии и работе сооружений, неисправностей оборудования и защитных устройств, представляющих опасность для людей, оборудования или окружающей среды, должен немедленно об этом сообщить непосредственному начальнику или вышестоящему руководителю и принять меры по устранению нарушений в соответствии со своей должностной или технологической инструкцией.

Обязанности и ответственность специалистов, участвующих в эксплуатации и надзоре за техническим состоянием сооружений устанавливаются должностными инструкциями, утвержденными руководством.

Работники участка хвостового хозяйства осуществляют постоянный контроль и наблюдения за техническим состоянием ограждающих дамб, работой трубопроводов, исправностью и правильной эксплуатацией водосбросных сооружений, уровнем воды в отстойном пруде хвостохранилища и прочих сооружений хвостового хозяйства. Машинисты насосных установок производят контроль исправности оборудования пульпонасосной станции и плавучих насосных станций оборотной воды визуальным осмотром и по приборам контроля.

На участке хвостового хозяйства должны быть должностные инструкции для эксплуатационного персонала, инструкции безопасности по всем видам работ.

Ведение мониторинга безопасности ГТС осуществляется на основании Инструкции о порядке ведения мониторинга безопасности гидротехнических сооружений временного хвостохранилища.

Работники участка хвостового хозяйства обязаны выполнять регулярные наблюдения за состоянием систем и сооружений хвостового хозяйства, обо всех неустранимых собственными силами замечаниях, записывать в «Журнал визуальных наблюдений» и немедленно сообщать руководству фабрики в порядке подчиненности о замеченных и неустранимых ими крупных нарушениях. При обнаружении аварии и предаварийной ситуации необходимо выяснить причину и действовать согласно «Плана ликвидации аварий».

Работники участка хвостового хозяйства, выполняющие осмотр сооружений, обязаны при обнаружении неисправностей принимать меры к их устранению, производить мелкий ремонт.

Остановка сооружений в ремонт производится согласно планово-предупредительного графика ремонта, а в отдельных случаях, после согласования дирекцией предприятия.

Капитальный, средний и текущий ремонты сооружений, сетей и оборудования производятся по ежегодно утверждаемым техническим руководителем графикам планово-предупредительных ремонтов (ППР).

Порядок и регламент ремонтных работ на сооружениях хвостохранилища определяется с учетом оценки состояния безопасности ГТС на основании актов комиссионных обследований сооружений, актов и предписаний инспектирующих и контролирующих органов, данных натурных наблюдений ежегодно.

Аварийно-восстановительные ремонты выполняются в кратчайшие сроки с момента возникновения аварии, а повреждения, которые создают угрозу для жизни людей или могут привести к экологическому бедствию и большому материальному ущербу, устраняются немедленно.

Профилактический и текущий ремонты трубопроводов и оборудования осуществляются эксплуатирующим персоналом.

При необходимости проведения научно-исследовательских работ и разработки соответствующих рекомендаций по обеспечению безопасной эксплуатации ГТС, должны привлекаться организации, имеющие соответствующий опыт.

2.5 Организация работы службы эксплуатации в чрезвычайных ситуациях

На предприятии должен быть разработан «План ликвидации аварий на гидротехнических сооружениях».

План ликвидации аварий должен содержать следующие разделы:

– оперативная часть плана ликвидации аварий на ГТС с указанием места и вида возможных аварий, мероприятий по спасению людей и ликвидации аварии, ответственных лиц за выполнение мероприятий и исполнителей, мест нахождения средств для спасения людей и ликвидации аварий, маршрутов эвакуации людей и движения техники;

– возможные на ГТС аварии, опасные для жизни людей, и возможные места их возникновения;

– мероприятия по спасению (эвакуации) людей, застигнутых аварией;

– действия специалистов и рабочих при возникновении аварии;

– мероприятия по ликвидации аварии в начальной стадии ее развития;

– места нахождения средств для спасения людей и ликвидации аварии;

– перечень обязательного (минимально необходимого) оборудования, машин, механизмов, материалов и средств для спасения людей и ликвидации аварий.

На территории расположения ГТС должен быть создан аварийный запас строительных материалов, инструментов и технических средств достаточный для оперативной ликвидации повреждений и возможных аварийных ситуаций.

Дороги, ведущие на территорию площадок ГТС, необходимо поддерживать в удовлетворительном состоянии. Ширина дорог должна обеспечивать возможность привлечения к ликвидации аварий и аварийных ситуаций практически любых технических средств и специальной техники. Дороги и подъезды в районе ГТС должны быть пригодны для беспрепятственного применения и маневрирования машин и механизмов, достижения необходимой интенсивности укладки грунта, других строительных материалов и проведения специальных работ.

3 СОСТАВ, ОБЪЕМ И ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ ГТС

3.1 Определение класса ГТС, если это не установлено в проекте сооружения

Класс ГТС – I в соответствии с Проектом эксплуатации хвостового хозяйства [1].

3.2 Перечень основных функций системы мониторинга безопасности ГТС

Для получения качественной и достоверной информации необходима организация регулярных натурных наблюдений и создание специальной службы мониторинга безопасности ГТС, осуществляющей эти наблюдения, и анализ полученных данных.

Служба мониторинга безопасности ГТС хвостового хозяйства обогатительной фабрики горно-обогатительного комбината Маднеули должна работать совместно с привлечением специалистов маркшейдерской, геологической, природоохранной служб и, при необходимости, других специализированных организаций и институтов.

При необходимости проведения научно-исследовательских работ и разработки соответствующих рекомендаций по обеспечению безопасной эксплуатации ГТС должны привлекаться организации, имеющие соответствующий опыт.

Основные функции системы мониторинга безопасности на ГТС хвостового хозяйства обогатительной фабрики горно-обогатительного комбината Маднеули:

- обеспечить визуальные наблюдения, инструментальный контроль;
- обеспечивать методическое руководство по установке и ремонту КИА;
- наблюдение за состоянием окружающей среды в районе ГТС;
- обработку и текущий анализ материалов натурных наблюдений, выявление на их основании возможных нарушений в состоянии сооружений и информирование об этом руководства эксплуатации;
- сравнение показаний натурных наблюдений (визуальных и инструментальных) с критериями безопасности ГТС;
- ведение базы данных по замеренным и представленным службе мониторинга безопасности ГТС данных о состоянии ГТС;
- составление годовых отчетов с анализом и обобщением результатов наблюдений за ГТС, данных о ремонте, реконструкции и других мероприятиях, выполненных с целью повышения безопасности ГТС;
- составление по результатам наблюдений предложений по первоочередным ремонтным и реконструкционным работам на ГТС;
- контроль подготовки и обучения эксплуатационного персонала;
- контроль состояния проектной и эксплуатационной документации (комплектность, учет, хранение).

Мониторинг безопасности ГТС также распространяется на: осуществление мероприятий по обеспечению устойчивости ГТС и элементов конструкций сооружений; анализ изменений в ходе наблюдения за конструкциями ГТС.

3.3 Перечень и краткое описание объектов мониторинга безопасности ГТС

3.3.1 Перечень объектов мониторинга безопасности ГТС

Перечень объектов мониторинга безопасности гидротехнических сооружений хвостового хозяйства обогатительной фабрики горно-обогатительного комбината Маднеули приведен в таблице 3.3.1.

Таблица 3.3.1 –Перечень объектов мониторинга безопасности ГТС

№ п/п	Объект мониторинга	Перечень сооружений, процессов и технологических параметров, на которые распространяется мониторинг
1	Сооружения гидравлического транспорта и укладки хвостов	– Действующие насосные установки I и II ступени в главном корпусе ОФ. – Строящаяся насосная станция III ступени на 37м ярусе намывной дамбы хвостохранилища. – Трассы магистральных пульповодов. – Намывная дамба медно-пиритового хвостохранилища, образованная пионерной дамбой с последующим наращиванием (отм. гребня проектируемой дамбы 39го яруса 676,00 м). – Распределительные пульповоды. – Отстойный пруд хвостохранилища. – Технология складирования хвостов в емкость хвостохранилища. – Характеристика складируемого материала.
2	Система оборотного водоснабжения	– Плавучие насосные станции оборотной воды. – Водовод оборотной воды. – Качественный состав оборотной воды. – Расход оборотной воды.
3	Дренажные сооружения	– Дренажные канавы. – Емкость для сбора дренажных вод. – Насосные станции дренажных вод. – Дренажные водоводы.
4	Контрольно-измерительная аппаратура	– Пьезометры. – Водомерная рейка. – Поверхностные марки (репера).
5	Воздействие хвостохранилища на окружающую среду	– Химический состав фильтрационных вод. – Содержание взвешенных частиц в воздухе.
6	Служба эксплуатации и мониторинга ГТС	– Укомплектованность персонала. – Техническая вооруженность. – Квалификационный уровень, обучение, повышение квалификации персонала.
7	Проектная и эксплуатационная документация	– Комплектность документации. – Сохранность документации. – Актуальность документации.

3.3.2 Описание объектов мониторинга безопасности ГТС

1. Сооружения гидравлического транспорта и укладки хвостов

Система гидротранспорта хвостов обогащения медной руды включает в себя хвостовые зумпфы медно-пиритной секции, пульпонасосную станцию в составе двух «спарок» насосных установок (рабочая и резервная), две нитки магистральных и распределительных пульповодов DN400 (рабочая и резервная) и строящуюся в настоящее время (апрель 2024 года) подкачивающую пульпонасосную станцию на 37м ярусе хвостохранилища с отм. 860,0 м.

Хвосты и все технологические стоки поступают в зумпфы, размещенные в главном корпусе ОФ, затем рабочей «спаркой» грунтовых насосов подаются на хвостохранилище. В каждой «спарке» работают два электронасосных агрегата ГрАТ 1800/67. От главного корпуса ОФ до намывной дамбы магистральные и распределительные пульповоды из стальных футерованных и полиэтиленовых труб проложены надземным способом на железобетонных подкладках. На момент разработки проекта ведется намыв пляжа на 38 ярусе с отметки гребня дамбы обвалования 868,00 м. Протяженность магистральных пульповодов составляет 2,62 км, левой и правой распределительных ниток – около 772 м и 285 м соответственно.

После возведения 39го яруса протяженность магистральных пульповодов будет составлять около 2,67 км, левой и правой распределительных ниток – 768 м и 345 м соответственно.

До достижения гребня ограждающей дамбы отметки 860,0 м (37й ярус) подача хвостов и намывные работы обеспечивались спаркой насосов ГрАТ 1800/67 с рабочими колесами 930 мм, установленными в пульпонасосной станции на промплощадке ОФ. Однако, практика эксплуатации системы гидротранспорта показала необходимость создания дополнительного напора в системе для ведения намыва на последующих ярусах, что также подтверждено расчетами гидротранспорта (09-04-205-ПЭХХ).

Рабочая документация (шифр 09-03-217) на строительство подкачивающей пульпонасосной станции (ППНС), стационарно устанавливаемой на берме 37го яруса, разработана ООО «Мигруп Проект» в 2023 г. В настоящее время (апрель 2024 г) на площадке ведутся работы по строительству ППНС, подача хвостов на гребень дамбы обвалования 38го яруса с отметкой 868,00 м и намыв пляжа осуществляется с помощью подкачивающего насоса ГрАТ 1800/67, временно установленного на левой нитке пульповода, на гребне дамбы 37о яруса с отм. 860,0 м.

Подкачивающая пульпонасосная станция состоит из двух станций (ППНС №1 и ППНС №2), расположенных на трассе магистральных пульповодов, на левой и правой нитках соответственно. В ППНС №1 и №2 устанавливаются насосы ГрАТ 1800/67 с электродвигателями 200 кВт третьей ступени гидротранспорта хвостов, аналогичные насосам ПНС на промплощадке ОФ.

Отметке 0.000 зданий ППНС №1 и №2 соответствует абсолютная отметка 860,150 м. ППНС №1 и №2 возводятся на насыпи на территории пляжной зоны 37го яруса.

В Проекте эксплуатации [1] выполнен поверочный расчет системы гидротранспорта, (при подаче хвостов на 39-ой ярус с отметкой дамбы обвалования 876,00 м), для определения возможности подачи отвальных хвостов на проектные отметки существующим и проектируемым электронасосным оборудованием.

По результатам расчета установлено следующее. Напор насосного оборудования ПНС, требуемый для подачи пульпы в ППНС, составляет 18 атм. Насосное оборудование, функционирующее в настоящий момент на ОФ («спарка» насосов ГрАТ 1800/67 с рабочими колесами диаметром 930 мм, установленных последовательно в две ступени), обеспечивает напор около 19 атм. и подачу пульпы в ППНС с остаточным напором ~10 м.

Напор насосного оборудования ППНС, требуемый для подачи пульпы на отдаленные пикеты распределительных пульповодов, составляет около 28 м. Насосное оборудование ППНС (насосы ГрАТ 1800/67 с электродвигателями 200 кВт) при транспортировании гидросмеси с заданными характеристиками способно развить максимальный напор около 35-40 м и обеспечивает подачу пульпы на отметку гребня проектируемой дамбы обвалования 39го яруса (876,00 м).

Хвостохранилище по способу заполнения – намывного типа. Схема возведения намывной дамбы предусматривает односторонний намыв хвостовой пульпы со свободно формируемым верховым откосом и дамбами обвалования на низовом откосе. Интенсивность намыва хвостов переменная, в настоящее время составляет около 4,0-4,5 м/год.

По состоянию на апрель 2024 г. проектная максимальная высота хвостохранилища в центральной части составляет 185 м (по ограждающей дамбе 38 яруса с отметкой гребня 868 м), площадь хвостохранилища на конечной отметке 868,0 м составляет около 500 тыс. м². Отметка воды в хвостохранилище – 858,10 м (по топосъемке от января 2024 г.), отметки гребня ограждающей дамбы 38 яруса – 868,0 м. Общая длина дамбы 38 яруса – около 1100 м. Средняя длина пляжа намывной дамбы – 250-350 м; уклоны пляжа – от 1:250 до 1:350.

Генеральное заложение низового откоса центральной части дамбы – 1:4 (до отметки 748,5) и далее по высоте – 1:6, боковой части дамбы – 1:4 (до отметки 836) и далее по высоте – 1:6.

Последние 7 ярусов наращивания, начиная с 32-го яруса, выполнялись с шагом 8,0 м по высоте (из расчета складирования не менее 2-х лет при выходе хвостов 2,5-3,0 млн. тонн в год), дамбы отсыпались на пляже с отступом вглубь хвостохранилища таким образом, чтобы генеральный уклон низового откоса сохранялся 1:6. Проектируемый 39-й ярус дамбы обвалования предлагается возводить аналогично, сохраняя геометрию ограждающей дамбы.

Ограждающие дамбы отсыпаются на намытый пляж из местного скального грунта с экраном из хвостов. Ширина дамб обвалования по гребню – 10 м, высота дамб – 8 м (32-

38 ярусы). Вглубь хвостохранилища с шагом 140 м отсыпаются дрены и насыпи под сосредоточенные сбросы из гравийно-галечникового грунта.

Конструкция проектируемой ограждающей дамбы 39 яруса аналогична конструкции 38 яруса, приведена на чертежах 09-04-235-ГР [1].

Привязка оси проектируемой дамбы 39 яруса к фактической оси существующей дамбы 38 яруса условно принята равной 50,0 м. Средняя отметка намывного пляжа у верхового откоса дамбы обвалования 38 яруса для начала отсыпки дамбы 39 яруса принята равной 867,0 м, уточняется при производстве работ.

Отметка гребня ограждающей дамбы 39 яруса – 876,0 м, ширина гребня дамбы – 10 м, заложение откосов: низового – 1:1, верхового – 1:2,5. Общая длина дамбы 39 яруса – 1152,73 м.

Проектом предусмотрены въезды на гребень дамбы 39 яруса. На гребне предусмотрены автопроезд с креплением проезжей части слоем щебня б=0,15 м и разворотные площадки.

Дамба выполняется механизированным способом из скальных грунтов слоями 0,50 м с уплотнением до Yск=1,75 т/м^3. На верховом откосе дамбы (со стороны хвостохранилища) по всей длине дамбы предусмотрен экран из хвостов.

Для отсыпки проектируемой дамбы используются:

– местный скальный грунт (туфобрекчии крупностью не более 300 мм);
– местный базальтовый грунт;
– хвосты (для экрана дамбы);
– гравийно-галечниковый грунт (для дрен).

Грунты, используемые для строительства, разрабатываются в карьерах. Хвосты для экрана дамбы отбираются по возможности с пляжа действующего хвостохранилища или доставляются автотранспортом из баритового хвостохранилища. Срезка хвостов пляжной зоны должна выполняться равномерно, без образования ям и участков с обратным уклоном в сторону дамбы.

Дамба отсыпается из скального грунта (туфобрекчии) с дренажными вставками из базальтового грунта длиной 8,0 м с шагом 70 м (14 участков). Базальтовые вставки должны находиться в единых створах по всем ярусам предыдущих дамб обвалования.

Также предусмотрена отсыпка вглубь хвостохранилища дрен из гравийно-галечникового грунта с шагом 140 м (5 шт.). Отметка гребня дрен 871 м, ширина по гребню – 6,0 м, заложение откосов 1:1.

Под сосредоточенные и аварийные сбросы предусматривается отсыпка пирсов. Всего – 4 шт., в т.ч. 2 шт. под торцевые сбросы, 1 шт. – под сосредоточенный сброс (ПК4+00) по левой нитке распределительных пульповодов и 1 шт. – под аварийные сбросы, подающие хвостовую пульпу напрямую в хвостохранилище без подкачки.

Строительство дамбы 39 яруса выполняется в условиях действующего предприятия и непрерывного складирования хвостов намывным способом. Фронт намыва состоит из

трех участков, границы которых привязаны к существующим сосредоточенным сбросам распределительного пульповода.

Ожидается, что после возведения дамбы обвалования 39-го яруса, остаточная емкость хвостохранилища на отм. 876,0 м составит около 5,6 млн. м^3. Полезный объем, занимаемый хвостами, составит около 4,2 млн. м^3. Расчет остаточной емкости выполнен в предположении, что к моменту строительства 39го яруса основные показатели хвостохранилища достигнут следующих значений:

– средняя отметка гребня пляжа по проекции оси проектируемого 39го яруса – 867,0 м;

– длина надводного пляжа ~200 м;

– уровень воды в отстойном пруду – 866,0 м;

– площадь зеркала пруда – 250 тыс. м^2;

– средняя глубина пруда ~3,0 м.

Распределительный пульповод из ПЭ труб DN400 проложен на гребне дамбы на железобетонных опорах. Намыв хвостов производится с гребня дамбы обвалования через оборудованные с шагом 10-12 метров намывные выпуски DN100 со шланговыми затворами 33а17р (DN100, PN6).

Транспортирование хвостовой пульпы ведется по одной рабочей нитке магистральных пульповодов DN400, вторая нитка – резервная.

В соответствии с рабочей документацией 09-04-235-ГР [1] правая и левая нитки распределительного пульповода заканчиваются торцевыми сбросами DN400 длиной 77 м и 70 м соответственно. По длине левой нитки также предусмотрен сосредоточенный сброс DN400 длиной 70 м. В аварийном режиме возможно осуществлять сброс пульпы в хвостохранилище напрямую без подкачки.

Рабочей документацией 09-04-235-ГР [1] предусмотрен демонтаж и перекладка трубопроводов, ж/б подкладок и запорной арматуры с гребня 38-го яруса и частичный ввод новых материалов и оборудования в связи с износом.

Технология складирования хвостов в хвостохранилище предусматривает круглогодичный намыв пляжа ограждающей дамбы. Укладка (намыв) хвостов ведется участками по ходу движения пульпы.

Для упорядочения намывных работ фронт намыва делится на карты. Длина карты намыва зависит от количества одновременно работающих выпусков на распределительном пульповоде, требуемых для намыва слоя хвостов. Количество одновременно работающих выпусков определяется расчетом в зависимости от расхода пульпы, диаметра выпуска, гидравлического уклона транспортирования и расстояния от места намыва до сосредоточенного сброса.

Согласно Проекту эксплуатации [1] количество одновременно работающих намывных выпусков для расхода пульпы 1268 м^3/час, что соответствует годовому выходу хвостов 3,0 млн. тонн, составляет 18 шт. Длина карты намыва должна составлять 216 м.

Скорость передвижения карты намыва определяется высотой слоя намыва хвостов, принятой в проекте 0,5 м. Время намыва одной карты составляет 12 суток.

Емкость, образованная 39-м ярусом дамбы обвалования, обеспечит прием отвальных хвостов на протяжении следующих 2 лет и 1 месяца при выходе 3,0 млн. тонн хвостов в год.

Фронт намыва составляет 1,15 км. Продолжительность намыва каждого слоя высотой 0,5 м будет составлять в среднем около 64 суток.

Высота слоя намыва зависит от выхода хвостов. В таблице 3.3.2 представлены расчетные значения отметок намывного пляжа, уровней воды отстойного пруда по годам эксплуатации при годовом выходе хвостов 3,0 млн. тонн в год.

Таблица 3.3.2 –Параметры намыва по годам эксплуатации при производительности ОФ по хвостам – 3,0 млн. тонн в год

№	Наименование величин	Ед.изм.	Год эксплуатации		
			2026 (март – декабрь)	2027 (январь – декабрь)	2028 (январь)
1	Выход хвостов с ОФ за период	тыс.тонн	2500	3000	750
2	Объем, занимаемый хвостами при плотности хвостовых отложений 1,5 т/м^3	тыс. м^3	1667	2000	500
3	Отметки гребня намытых хвостов к началу периода к концу периода	 м м	 867,5 870,8	 870,8 874,6	 874,6 875,5
4	Высота слоя намыва за период	м	3,3	3,8	0,9
5	Отметка горизонта воды отстойного пруда (на конец периода)	м	868,4	870,8	871,0

Примечания:
1. Отметки уровня отстойного пруда приведены из таблицы баланса воды при осадках и испарениях 50%-обеспеченности.
2. Отметки гребня намывного пляжа определены по объемам хвостов, исходя из результатов расчета количества одновременно работающих выпусков и времени намыва карты.

При существующей конфигурации хвостохранилища, интенсивность намыва пляжа практически постоянна в пределах одного рассматриваемого 39-го яруса хвостохранилища. При выходе хвостов 3,0 млн. тонн в год за год предположительно может быть намыто 7-8 слоев 0,5 м высотой.

Характеристик пульпы

- выход отвальных хвостов: 3 000 000 т/год (343 т/ч);
- консистенция хвостовой пульпы Т:Ж (по весу): 23:77;
- количество воды с хвостами: 10 000 000 м^3/год (1 142 м3/ч);
- расход хвостовой пульпы: 11 111 000 м^3/год (1 268 м3/ч);
- плотность хвостовой пульпы: 1,17 т/м^3;
- удельный вес частиц: 2,60-2,80 т/м^3;

- гранулометрический состав хвостов:
+0.200 0,60 %
-0.200+0.1404,25 %
-0.140+0.1007,1 %
-0.100+0.0717,8 %
-0.071+0.0449,35 %
-0.044+0,0325,1 %
-0,032+0,01613,75 %
-0,016+0,00824,5 %
- 0,008+027,55 %

2. Система оборотного водоснабжения

Работа фабрики осуществляется в замкнутом цикле, без сброса в естественные водоемы. Отстойный пруд хвостохранилища является основным источником водоснабжения для обогатительной фабрики.

На весь рассматриваемый период эксплуатации суммарный объем перекачиваемой на ОФ оборотной и дебалансной воды, составляет 80% от объема общего потребления воды, равен 913,2 м^3/час и остается постоянным в течение года.

Осветленная вода из отстойного пруда хвостохранилища перекачивается существующими плавучими насосными станциями (одна – рабочая, вторая – резервная), в каждой из которых установлены два центробежных электронасосных агрегата ЦН 400-105 (3В200х2) – оба рабочие.

При расходе 456,6 м^3/час напор, развиваемый насосами (с Др.к.=425мм) по рабочей характеристике составляет ~90 м, мощность N=200 кВт.

Плавучие насосные станции в настоящее время подключены к существующей трассе водовода оборотной воды из стальных труб DN400, длиной ~4,3 км. Два рабочих насоса подают оборотную воду в одну трубу, по которой она поступает в бак оборотной воды медно-пиритной секции.

Магистральный водовод из полиэтиленовых труб DN400, который в настоящее время проложен по левому борту хвостохранилища на отметках ~864,0-870,0 м, предусматривается перенести на более высокие отметки естественного борта долины. Рабочая документация на перекладку водовода (шифр 09-03-236-ГР) разработана ООО «Мигруп Проект» в 2024 году с учетом планово-высотного положения действующей рудовозной автодороги, а также перспективного наращивания хвостохранилища и строительства дамбы обвалования очередного 40го яруса с отметкой гребня 884,0 м.

Рабочие параметры существующей системы оборотного водоснабжения приведены в таблице 3.3.3. Гидравлические расчеты выполнены с учетом перекладки водоводов оборотной воды на новый технологический проезд, выполненный на естественном борту на отм. 884,0-887,0 м.

Таблица 3.3.3 –Характеристики системы оборотного водоснабжения

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Количество
1	Объем подачи оборотной воды	$м^3$/час	913,2
		$м^3$/с	0,254
2	Типоразмер водовода	мм	ПЭ100 SDR17-500х29,7
	Расчетная скорость воды в трубе	м/с	1,67
	Удельные потери напора	м.в.ст./м	0,0047
3	Длина трассы водоводов от плавучей насосной станции до наиболее высокой точки трассы с отм 887,0м (точки перегиба)	м	1480
4	Потери напора по длине транспортирования до точки перегиба	м	7,0
5	Максимальный геометрический перепад до верха водовода при ГВmin=858,1м (на 08.01.2024г)	м	29,5
6	Максимальный требуемый напор, создаваемый насосами, с учетом запаса 2,0 м	м	38,5
Принятое насосное оборудование			
7	Количество насосов (раб.)	шт.	2
8	Напор, развиваемый насосами при расходе 530,8 $м^3$/ч	м	85,0
9	Мощность электродвигателя	кВт	200

Установленные в настоящее время насосные агрегаты ЦН400-105 обеспечивают подачу необходимого объема оборотной воды. Напор, развиваемый насосами существенно выше необходимого.

3. Дренажные сооружения

Дренажные сооружения включают:

– дренажные канавы по бортам намывной дамбы и с низовой стороны дамб обвалования;
– емкость для сбора дренажных вод за пионерной дамбой;
– насосные станции дренажных вод, установленные у подошвы ограждающей дамбы и на низовом откосе ограждающей дамбы;
– дренажные водоводы возврата дренажных вод в хвостохранилище DN150.

4. Контрольно-измерительная аппаратура

В состав контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) входят:

1. Пьезометры для наблюдения за уровнями кривой депрессии в теле ограждающей дамбы – 55 существующих пьезометров и 4 проектируемых пьезометра на берме 38го яруса. В настоящее время наблюдения за фильтрационными водами ведутся по четырем пьезометрическим створам.

2. Поверхностные марки – репера для замеров осадок и смещений. Репера расположены в контрольных створах, рядом с пьезометрами – 45 существующих репера и 3 проектируемых репера на берме 38го яруса.

3. Опорный репер – 1 шт.

4. Водомерные рейки – для контроля уровня воды. Устанавливаются в отстойном прудке, в дренажной емкости.

Схема расположения существующей и проектируемой КИА приведена в Приложении В.

В рамках Проекта эксплуатации [1] выполнены фильтрационные расчеты, определены расчетные положения кривых депрессии в пьезометрических створах при максимально допустимом уровне воды 874,0 м.

По результатам анализа данных мониторинга за 2022-2023 год в период заполнения 37го яруса хвостохранилища, положения депрессионных кривых по фактическим отметкам уровней воды в пьезометрах не превышают расчетных значений. Исключение составляют уровни воды в пьезометрах верхних ярусов №32, 34, 36. Высокий уровень воды в них, очевидно, связан с ведением намывных работ с гребня 37го яруса и интенсивной инфильтрацией через толщу хвостов. Следует отметить, что расчетное положение кривых депрессии в контрольных створах получено аналитическим методом для случая установившейся фильтрации при постоянном уровне воды в верхнем бьефе, без учета инфильтрации по длине пляжа и без учета неоднородности фильтрационных свойств грунта в массиве. По этой причине, при анализе данных мониторинга уровней воды в пьезометрах, можно пренебрегать превышением фактических значений над расчетными в верхних ярусах, объясняя это постоянным поступлением воды в составе хвостовой пульпы на пляжную зону. Дополнительно следует отметить, что расчеты устойчивости выполнены для фактического положения кривой депрессии, и как показывают результаты расчетов, наибольшие деформации в результате сейсмической активности развиваются в нижней части дамбы (ниже отм. 836,0 м), где генеральный уклон низового откоса составляет 1:4. Именно по этой причине в 2023 году руководством и эксплуатационным персоналом предприятия рассматривалась возможность выполнения мероприятий по понижению уровня грунтовых вод в низовьях дамбы хвостохранилища (09-04-206-ГР, ООО «Мигруп Проект», 2023 г.), что позволило бы повысить сейсмостойкость дамбы, а следовательно – надежность и безопасность сооружения при его эксплуатации. Выполненные расчеты устойчивости хвостохранилища при пониженном положении кривой депрессии доказали эффективность предлагаемых мероприятий. Однако, в связи с тем, что в настоящее время внедряется технология обезвоживания хвостов и ведется строительство полигона для складирования сухих хвостов, а эксплуатацию хвостохранилища планируется завершить по окончании заполнения 39го яруса, руководством предприятия принято решение не приступать к реализации решений по водопонижению в теле дамбы (Протокол совещания по проекту Р23/6 Водопонижение от 17.01.2024 г.).

Для всех пьезометров наблюдательной сети рекомендуется периодически проверять их работоспособность путем проведения опытно-фильтрационных работ (налива или откачки).

В рамках мониторинга необходимо отслеживать и анализировать колебания уровней воды в пьезометрах в зависимости от положения горизонта воды в отстойном пруду, длины пляжа и положения карты намыва.

В рамках визуального контроля требуется ввести дополнительные наблюдения за состоянием низового откоса и берм (контролировать появление намокания и сосредоточенных ходов фильтрации, деформации откосов, выноса мелкой фракции грунтов). В случае возникновения описанных негативных явлений требуется срочно вызвать представителей проектной или специализированной организации, для выяснения причин и разработки мероприятий, обеспечивающих безаварийную работу сооружений.

5. Воздействие хвостохранилища на окружающую среду

Эксплуатация объектов хвостового хозяйства обогатительных фабрик неизбежно влечет за собой негативное воздействие на компоненты окружающей среды, поэтому в данном проекте рекомендуется проводить оценку химического состава фильтрационных вод и содержание взвешенных частиц в воздухе.

6. Служба эксплуатации и мониторинга ГТС

Состояние службы эксплуатации, определяемое такими показателями как укомплектованность штатного расписания, техническая вооруженность, оснащенность нормативно-методической литературой, профессиональная подготовленность.

Проектная и эксплуатационная документация

Перечень необходимой проектной и эксплуатационной документации по ГТС:

Проектная и строительная документация:

1) Проектная документация на сооружение и его реконструкцию (со всеми дополнениями и изменениями), консервации и ликвидации.
2) Исполнительная строительная документация на принятые в эксплуатацию сооружения.
3) Отчеты об инженерных изысканиях.
4) Отчеты о научно-исследовательских работах (НИР) по ГТС.
5) Акты приемки в эксплуатацию.
6) Паспорта и заводские инструкции на оборудование.
7) Проект эксплуатации сооружения (правила эксплуатации).

Эксплуатационная документация:

8) Местная инструкция по эксплуатации.
9) Должностные инструкции специалистов.
10) Производственные инструкции для рабочих.
11) Инструкции по технике безопасности, противопожарной безопасности и промсанитарии.
12) План ликвидации аварий ГТС (далее – ПЛА).

13) Паспорт ГТС.
14) Годовые отчеты о состоянии ГТС.
15) Ситуационный план расположения объекта.
16) Продольный профиль по оси дамбы с указанием проектных и фактических отметок гребня.
17) Исполнительная съемка ГТС.
18) Материалы по обучению, инструктажу, и проверке знаний эксплуатационного персонала.
19) График тренировочных занятий по ПЛА.
20) Результаты анализов воды.
21) Журналы натурных наблюдений за сооружением.
22) График ППР.
23) Акты на скрытые работы, выполненные эксплуатационным персоналом.

Документы инспектирующих и контролирующих органов:

24) Акты комиссионных обследований.
25) Акты и предписания контролирующих и инспектирующих организаций.
26) Мероприятия по ГТС.
27) Акты о произошедших авариях и отказах в работе сооружений с материалами расследования причин.
28) Приказы и распоряжения по предприятию, касающиеся ГТС.

Проектная и исполнительная строительная документация, а также материалы геотехнического контроля и инструментальных наблюдений за сооружениями должны храниться в архиве организации до окончательной консервации хвостохранилища. В технической документации должны быть приведены схемы, разрезы сооружений, установлена технология работы сооружений и систем, и критерии их безопасного состояния. Параметры гидротехнических сооружений и систем хвостового хозяйства, состав наблюдений за их техническим состоянием, установленные действующей проектной документацией, должны соответствовать требованиям «Правил безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов». Критерии безопасной работы ГТС обоснованы проектной документацией, в которых определены контролируемые параметры с учетом нормативных и расчетных предельно-допустимых параметров состояния безопасности сооружений.

3.4 Перечень контролируемых параметров

К контролируемым показателям относятся измеряемые в натурных условиях или вычисленные с использованием результатов этих измерений количественные значения или качественные показатели состояния ГТС. Из числа контролируемых показателей выбираются наиболее значимые для диагностики и оценки состояния ГТС диагностические показатели, для которых назначаются количественные или качественные критерии

безопасности. Для оценки состояния ГТС хвостохранилища используются следующие диагностические показатели:

Количественные:

- уровень воды в отстойном пруду;
- физико-механические характеристики хвостов, складируемых в хвостохранилище;
- положение поверхности депрессии в теле дамбы;
- превышение гребня ограждающей дамбы над уровнем воды в отстойном пруду;
- геометрические параметры дамб (в том числе параметры намывного пляжа, заложение низового откоса);
- осадки и смещение тела и основания дамб, их характер и динамика;
- плотность хвостов пляжной зоны;
- объем и качественный состав осветленной воды в отстойном пруду;
- толщина стенки пульповодов.

Качественные:

- наличие и развитие просадок или пучения грунта на гребне или откосах дамб;
- наличие сосредоточенных выходов фильтрации;
- наличие локальных оползней (обрушений) откосов;
- наличие полостей и каверн в основании и теле сооружений;
- наличие и развитие трещин в зонах сопряжения элементов сооружений и оснований с различными механическими и фильтрационными свойствами;
- появление выноса грунта из тела сооружений, образование обширных ходов фильтрации;
- наличие промоин, оврагов, намыва грунта в виде гряд и валов;
- наличие трещин (стабилизировавшиеся или нет, продольные или поперечные, поверхностные или глубинные, формирующие тело обрушения или нет);
- проявление процесса фильтрации в виде мокрых пятен, луж, болот, высачивания воды, ключей, ручьев;
- выпор грунта на откосе или у подошвы дамбы;
- состояние оболочки пульповодов и водоводов (изоляции, антикоррозийной окраски, теплоизоляции);
- герметичность стыков, швов, фланцевых соединений;
- состояние и работа компенсаторов, трубопроводной арматуры;
- осадки и деформации водоводов и пульповода, состояние опорных устройств;
- состояние и работа насосных станций;
- равномерность заполнения емкости.

3.5 Критерии безопасной эксплуатации и предельно допустимые значения контролируемых параметров состояния ГТС

Критерии безопасности гидротехнического сооружения – это предельные значения количественных и качественных показателей состояния ГТС и условий его эксплуатации, соответствующие допустимому уровню риска аварии гидротехнического сооружения.

Критерии безопасности разрабатываются для диагностических показателей состояния ГТС и условий его эксплуатации. Диагностические показатели – это показатели, измеренные на данном сооружении с помощью технических средств или вычисленные на основании измерений количественные показатели, а также качественные показатели эксплуатационного состояния ГТС, определенные на основании визуального осмотра.

Для ГТС устанавливается два уровня критериев безопасности в виде количественных и качественных показателей состояния и условий эксплуатации ГТС.

Критерии безопасности I уровня — значения контролируемых показателей состояния ГТС, определяемые при основном сочетании нагрузок, при достижении которых устойчивость, механическая и фильтрационная прочность ГТС и его основания, а также пропускная способность водосбросных и водопропускных сооружений соответствуют условиям их нормальной эксплуатации.

Критерии безопасности II уровня — значения контролируемых показателей состояния ГТС, устанавливаемые при особом сочетании нагрузок, при превышении (уменьшении) которых эксплуатация ГТС в проектном режиме недопустима, состояние сооружения может перейти в предаварийное.

Критерии безопасности I-го и II-го уровней хвостохранилища приведены в таблице 3.5.1. Поддержание фактических параметров ГТС в границах предельно-допустимых значений является основными критериями безопасной работы, обеспечивающей безаварийную эксплуатацию ГТС.

Таблица 3.5.1 –Критерии безопасности ГТС

№ п/п	Наименование диагностируемого показателя	Критериальные значения диагностируемых показателей	
		К1	К2
Количественные показатели			
ОГРАЖДАЮЩАЯ ДАМБА			
1.	Геометрические параметры		
	Отметка гребня	Не менее 868,0 м (38 ярус) Не менее 876,0 м (39 ярус)	Менее 868,0 м (38 ярус) Менее 876,0 м (39 ярус)
	Ширина гребня дамб обвалования	Не менее 10,0 м	Менее 10,0 м
	Заложение низового откоса центральной части дамбы (генеральный уклон)	Не менее 1:4 (до отметки 748,5 м) Не менее (далее по высоте) 1:6	Менее 1:4 (до отметки 748,5 м) Менее (далее по высоте) 1:6

№ п/п	Наименование диагностируемого показателя	Критериальные значения диагностируемых показателей	
		К1	К2
	Заложение низового откоса боковой части дамбы (генеральный уклон)	Не менее 1:4 (до отметки 836,0 м) Не менее (далее по высоте) 1:6	Менее 1:4 (до отметки 836,0 м) Менее (далее по высоте) 1:6
	Расчетный минимальный коэффициент запаса устойчивости ограждающей дамбы хвостохранилища при конечной отметке	$К_{з\,min} \geq [К_{з.норм.}]=1,25$ (основное сочетание нагрузок)	$К_{з\,min} < [К_{з.норм.}]=1,19$ (особое сочетание нагрузок при сейсмическом воздействии 8 баллов)
2.	Динамика деформаций тела ограждающей дамбы: характер деформаций	$\Delta_2 \leq \Delta_1$ Затухающие деформации - отсутствие прогрессирующего развития осадок	$\Delta_2 > \Delta_1$ Незатухающие деформации - прогрессирующее развитие осадок
3.	Положение депрессионной поверхности в теле ограждающей дамбы по пьезометрам: <u>Створ 1-1</u> Р6 Р9 Р12 Р15 Р18 Р22 Р24 Р27 Р30 Р33 Р36’ Р39’ Р42’ (проект.) <u>Створ 2-2</u> Р1 Р3 Р5 Р8 Р11 Р14 Р17 Р20 Р23 Р26 Р29 Р32 Р35’ Р38’ Р41’ (проект.) Створ 3-3 Р4 Р10 Р13 Р16 Р19	Не выше предельно-расчетного положения, определенного в Проекте эксплуатации, м: 723,80 738,02 750,25 758,69 766,91 774,60 784,16 791,45 799,20 804,47 818,34 829,98 841,53 705,88 713,13 720,22 734,54 747,94 755,96 764,87 772,94 781,27 789,81 798,45 803,61 818,18 831,33 843,56 711,98 733,97 747,81 756,39 763,98	Выше предельно-расчетного положения, определенного в проектной документации.

№ п/п	Наименование диагностируемого показателя	Критериальные значения диагностируемых показателей	
		К1	К2
	Р21 Р25 Р28 Р31 Р34 Р37’ Р40’ Р43’ (проект.) Створ 4-4 Р18.1 Р24.1 Р27.1 Р33.1 Р36.1 Р39.1 Р42.1 (проект.)	772,54 780,59 789,76 797,93 803,65 818,43 831,37 843,61 768,75 789,42 798,69 810,12 823,13 833,50 843,12	
СКЛАДИРОВАНИЕ ХВОСТОВ, ЕМКОСТЬ И ОТСТОЙНЫЙ ПРУД			
4.	Превышение отметки гребня намывных отложений над уровнем воды в пруду	Не менее 1,5 м	Менее 1,5 м
5.	Превышение гребня ограждающей дамбы над гребнем намытых отложений	Не менее 0,5 м	Менее 0,5 м
6.	Длина надводного пляжа	Не менее 200,0 м	Менее 200,0 м
7.	Качественный состав оборотной воды	Соответствие технологическим требованиям	Не соответствие технологическим требованиям, приводящее к выходу из строя оборудования
8.	Грансостав хвостов, намываемых в упорную призму: - средневзвешенный диаметр частиц; - плотность хвостовой пульпы; - удельный вес частиц.	 0,038 мм 1,17 т/м^3 2,6-2,8 т/м^3	 Отклонение не более 15% в меньшую сторону
9.	Параметры намыва: - интенсивность намыва, м/год; - толщина слоя; - плотность уложенных хвостов; - время отдыха намытого участка пляжа	 4,2-3,6 (при выходе хвостов 3,0 млн. т/год) 0,5 м 1,5 т/м^3 Соответствует календарному графику намыва	 Более 4,2 (при выходе хвостов 3,0 млн. т/год) Более 0,5 м Не менее 1,5 т/м^3 Не соответствует календарному графику намыва
СИСТЕМА ГИДРОТРАНСПОРТА			
10.	Минимальная толщина стенок пульповодов из стальных труб	4,0 мм	3,0 мм
СИСТЕМА ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ			
11.	Обеспеченный расход оборотной воды	1062 м^3/час	913 м^3/час
12.	Показания КИП на насосном оборудовании	Соответствует паспортным данным	Не соответствует паспортным данным

№ п/п	Наименование диагностируемого показателя	Критериальные значения диагностируемых показателей	
		К1	К2
ДРЕНАЖНЫЕ СООРУЖЕНИЯ			
13.	Пропускная способность, геометрические контуры дренажных каналов	Соответствует проекту	Не соответствует проекту
14.	Показания КИП на насосном оборудовании	Соответствует паспортным данным	Не соответствует паспортным данным
КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ			
ОГРАЖДАЮЩАЯ ДАМБА			
15.	Состояние и геометрический контур дамб и их конструктивных элементов	Наличие просадок (пучения), выпора грунта на откосах, гребнях, оползней откосов, продольных и поперечных трещин, деформаций.	Развитие просадок (пучения) грунта на гребне, откосах, продольных и поперечных трещин, деформаций.
16.	Фильтрационная прочность ограждающей дамбы	Наличие размыва откосов фильтрующей водой, намокания, деформаций откосов, ключей и грифонов. Наличие суффозии с выносом грунта тела дамбы. Наличие мутности в фильтрующей воде.	Развитие размыва, намокания, деформации откосов, появления ключей, грифонов, заболачивания. Развитие процесса выноса грунта у подошвы низового откоса или на берме
СКЛАДИРОВАНИЕ ХВОСТОВ			
17.	Распределение намываемого материала по поверхности пляжа	Наличие первых признаков образования застойных зон и направления потоков в сторону дамбы и вдоль нее.	Образование застойных зон и потоков в сторону дамбы и вдоль нее
СИСТЕМА ГИДРОТРАНСПОРТА			
18.	Пульповоды	Наличие осадок и деформации, герметичность швов, стыков, фланцевых соединений.	Развитие осадок, деформаций трубопроводов, протечек, неисправность компенсаторов, наличие заиления
СИСТЕМА ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ			
19.	Насосные станции оборотного водоснабжения	Наличие неполадок в работе насосов и измерительных приборов	Полная неисправность оборудования и приборов
20.	Водоводы оборотной воды	Наличие осадок и деформации, герметичность швов, стыков, фланцевых соединений.	Развитие осадок, деформаций трубопроводов, протечек, неисправность компенсаторов, наличие заиления
ДРЕНАЖНЫЕ УСТРОЙСТВА			
21.	Состояние дренажных канав и дренажной емкости	Наличие явлений зарастания, засорения	Развитие явлений зарастания, засорения
КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА			
22.	Состояние КИА, номенклатура, состав	Неисправность более 50% КИА в контрольном створе. Не соответствие состава, расположения и количества КИА проекту	Неисправность всех КИА в контрольном створе.

3.6 Методика проведения натурных наблюдений (по всем объектам мониторинга безопасности ГТС), в том числе методика визуальных наблюдений

В период эксплуатации сооружений хвостового хозяйства натурные наблюдения на сооружениях проводятся визуальными и инструментальными методами, данные которых позволяют оценить условия безопасной эксплуатации. Натурные обследования – это сочетание визуальных наблюдений с простейшими опытами и измерениями на сооружениях, выполняемыми в целях выяснения возможных причин или характера проявления тех или иных зарегистрированных дефектов и процессов. Обследования проводятся путем детальных осмотров сооружения, его элементов и территории с применением измерительных приборов. Основные принципы выполнения визуальных наблюдений и обследований: тщательность осмотров сооружений; систематичность наблюдений во времени; сравнимость результатов, полученных на различных (по времени) стадиях наблюдений и этапах работы сооружений. Исходя из этого, разрабатываемые маршруты обхода сооружений должны обеспечивать полный их осмотр и строго соблюдаться. Все повреждения или неблагоприятные явления, выявленные на сооружениях, маркируются, фотографируются, заносятся в журнал наблюдений. При благополучной работе сооружений, рекомендуемая периодичность циклов его визуальных осмотров определена данным проектом. При развитии неблагоприятных процессов наблюдения за ними должны быть более частыми, вплоть до ежесменных осмотров. Выявленные и зарегистрированные визуальным способом повреждения или неблагоприятные явления на сооружениях следует детально обследовать в целях установки причин их возникновения. Обследования проводятся как непосредственно на сооружении (постановкой простейших опытов, регулярных измерений отдельных параметров, отбором и испытанием проб и т.п.), так и в камеральных условиях, путем изучения результатов инструментальных наблюдений и проектной документации. В местах наиболее крупных повреждений или неблагоприятных явлений (трещины, просадки, грифоны и т.п.) при необходимости устанавливается контрольно-измерительная аппаратура для наблюдений за их развитием и оценки влияния на надежность сооружения. Техника визуальных наблюдений предусматривает выполнение наблюдений за отдельными элементами сооружения (гребень, откосы, крепления, сопряжения и т.п.) и за основными процессами, характеризующими работу и состояние сооружения (фильтрация, деформации, трещинообразование и т.п.).

Для всех видов натурных наблюдений необходимо:

— Все наблюдения осуществлять одновременно, т.е. в одни и те же весьма близкие календарные сроки.

— Результаты наблюдений заносить в специальные журналы, оформляемые соответствующим образом.

— Оформление материалов наблюдений (первичная обработка, заполнение журналов, построение графиков и т. д.) производить в максимально короткие сроки после каждого цикла наблюдений.

— Результаты наблюдений постоянно сопоставлять с предыдущими наблюдениями и с критериями безопасности, приведенными в разделе 3.5 данного проекта.

3.6.1 Визуальные наблюдения

Визуальные наблюдения проводятся путем общих систематических осмотров хвостохранилища, основных конструктивных элементов и прилегающей к хвостохранилищу территории с целью оценки их состояния, выявления дефектов и неблагоприятных процессов, снижающих эксплуатационную надежность сооружения, определения вида и объемов ремонтных работ. На дамбах, оснащенных КИА, роль визуальных наблюдений и обследований не снижается, так как в промежутках между наблюдательными створами, оснащенными измерительными приборами, только они могут дать информацию о поведении сооружения. Кроме того, ряд показателей и признаков неблагополучной работы водоподпорных сооружений не фиксируется КИА и может быть зарегистрирован только визуальными наблюдениями (проявления выходов фильтрации, следы суффозионного выноса грунта из тела дамбы, образование трещин и просадочных воронок и др.). Визуальные наблюдения и обследования, кроме самостоятельного значения в контроле эксплуатационной надежности сооружения, дополняют инструментальные наблюдения, выполняемые с помощью КИА. Результаты натурных визуальных наблюдений и обследований в равной мере с данными инструментальных измерений и в тесной увязке с ними должны использоваться при анализе и оценке состояния накопителей. Визуальные наблюдения выполняются квалифицированными специалистами – наблюдателями с проведением измерений, с использованием простейших приборов (метра, рулетки, линейки, бинокля, секундомера и др.) в целях определения параметров и качественных показателей (признаков) технического состояния сооружения с записью в соответствующих журналах и актах выявленных негативных явлениях и нарушениях в эксплуатации.

Визуальными наблюдениями должны быть охвачены все доступные для осмотра части дамб и территорий, прилегающих к ним, водозаборных сооружений, насосных станций и других контролируемых сооружений.

Визуальные наблюдения осуществляются за следующими сооружениями и процессами:

— состояние дамбы (гребня, откосов, береговых примыканий) с выявлением местных деформаций, развития трещин, пучения, обрушения, выпора грунта на откосе или у подошвы дамбы, опасными деформациями низового откоса, вызванных суффозионными явлениями, проявлением процесса фильтрации на дамбе с выявлением зон высачивания воды, намокания откосов, мокрых пятен;

— состояние территории в нижнем бьефе дамбы, включая дренажные сооружения;

— состояние магистральных и распределительных пульповодов;

— состояние водоводов;

— соблюдение технологии складирования хвостов;

— состояние контрольно-измерительной аппаратуры.

Сравнение результатов начального и последующих циклов визуальных наблюдений за тем или иным дефектом, явлением или процессом производятся регулярно, путем сопоставления численных значений или качественных показателей контролируемых параметров. Маршрут движения наблюдателя следует назначать в зависимости от сезона и условий эксплуатации хвостохранилища. При проведении визуальных наблюдений необходимо иметь план-схему сооружений, на который должны быть нанесены границы сооружений, пикетажные знаки, контрольно-измерительная аппаратура (КИА).

Результаты каждого визуального осмотра записываются в журнал визуальных наблюдений за сооружениями (форма 1), в котором также отмечаются начало и окончание каких-либо ремонтных работ на накопителе, перерывы в работе на длительный период и пр. В журнал заносятся сведения обо всех обнаруженных при осмотрах и обследованиях сооружений недостатках. Если при осмотре не обнаружено никаких заметных изменений в состоянии сооружений, то в журнал визуальных наблюдений это обстоятельство также фиксируется. Обо всех выявленных дефектах сообщается лицу, ответственному за эксплуатацию хвостохранилища для принятия соответствующего решения. В местах выявленных дефектов организуются соответствующие инструментальные наблюдения и производятся фотографирование дефектных мест, а фотографии вклеиваются в журнал визуальных наблюдений. По результатам визуальных наблюдений при необходимости организуются соответствующие специальные инструментальные наблюдения, в том числе с участием специализированных организаций.

Визуальные наблюдения за состоянием хвостохранилища должны производиться в процессе эксплуатации **еженедельно**, **на участках намыва – ежедневно**. При развитии замеченных дефектов наблюдения за ними, вплоть до их ликвидации, должны производиться через 3 – 5 дней, а при необходимости ежедневно. По результатам визуальных наблюдений при необходимости организуются соответствующие специальные инструментальные наблюдения, в том числе с участием специализированных организаций. Во время сильных продолжительных дождей обследование сооружений необходимо осуществлять **ежечасно**.

Контроль состояния систем гидротранспорта, оборотного водоснабжения и дренажных сооружений необходимо осуществлять **ежесменно**.

Систематические визуальные наблюдения дополняются внеочередными обследованиями, выполняемыми после экстремальных событий: дождевых паводков, ветров и др.

Внеочередные обследования сооружений рекомендуется проводить оперативно (сразу после события) и с привлечением специалистов гидротехников. Осмотры должны быть выполнены по полной программе визуальных наблюдений, а их результаты

подвергнуты анализу совместно с данными контрольных инструментальных наблюдений, проводимых одновременно. По результатам внеочередного обследования сооружения комиссией составляется соответствующий акт, в котором должны быть отражены все замеченные изменения в его работе и обнаруженные вновь дефекты или повреждения.

Кроме регулярных визуальных наблюдений необходимо производить 2 раза в год комиссионные осмотры общего состояния накопителей (п.5.6 ПБ 03-438-02). Результаты работы комиссии оформляются актом.

Визуальные наблюдения за грунтовыми сооружениями

Необходимо при осмотрах обращать внимание на фильтрацию с выходом мутной воды и выносом грунта, организовывать более частые наблюдения за такими источниками с устройством на них специальных «песколовок» или отстойников для выявления характера суффозии грунта. При осмотрах креплений должны быть выявлены видимые деформации, смещения и просадка отдельных элементов, появлений трещин, размывы и другие повреждения.

При визуальных наблюдениях на гребне дамбы контролируются: появления и характер развития трещин различного направленности и происхождения; чрезмерные осадки и просадки гребня; очаги формирования оползней откосов.

Различают трещины продольного (вдоль оси дамбы, плотины) и поперечного направлений. Местоположение продольных трещин чаще всего приурочивается к низовой и верховой бровкам гребня.

Поперечные трещины (перпендикулярные оси сооружения или проходящие под углом к ней) чаще возникают на береговых наклонных участках и в местах, где дамба резко меняет свою высоту. Трещины могут как полностью, так и частично пересекать гребень дамбы. Их раскрытие зависит от напряженно-деформированного состояния сооружения на данных участках. При значительном раскрытии трещин глубина их проникновения в тело дамбы может быть ниже отметок уровня воды в верхнем бьефе. В этих случаях трещины начинают фильтровать, что представляет очень серьезную опасность для грунтовой дамбы.

Трещины на наружных поверхностях достаточно легко обнаруживаются визуальным способом, в особенности, если поверхности сухие, ровные и не замусорены. Осмотры поверхностей дамбы с целью выявления трещин лучше проводить в солнечную погоду. «Полости» трещин при боковом освещении контрастно выделяются тенью, даже если раскрытие трещины невелико - 1-2 мм.

При обнаружении трещины рекомендуется выполнить следующее:

1) проследить визуально трещину на всем ее протяжении;

2) след трещины от ее начала до конца отметить колышками, шпильками, камешками и т.п., располагая их рядом со следом через 2-5 метров и в точках изменения направления трещины;

3) сфотографировать трещину в продольном ее направлении и в местах с максимальным ее раскрытием, положив поперек трещины какой-либо предмет для масштабности (коробок, авторучку, блокнот, линейку и т.п.);

4) через определенные интервалы, например, через 2-3 м или через 5-10 м, в зависимости от общей длины трещины, тщательно измерить ширину раскрытия трещины с максимально возможной точностью (если между гранями трещины есть уступы - их следует также замерить), результаты измерений записать в журнал;

5) тщательно нанести трещину на масштабную карту-развертку дамбы или карту того фрагмента сооружения, на котором она обнаружена; в местах измерений раскрытия трещины и уступов на карте обозначить цифрами полученные величины;

6) на карте-развертке необходимо четко обозначить трещину присвоенным ей номером и пометить дату, когда она обнаружена;

7) начало и конец трещины на дамбе следует зафиксировать прочно вбитыми в грунт колышками, на которых также написать дату обнаружения трещины;

8) организовать систематические наблюдения за поведением трещины (изменениями ее раскрытия и протяженности).

Систематические наблюдения за раскрытием трещин проводятся следующим образом. На всех без исключения зафиксированных трещинах через определенные интервалы намечаются и закрепляются колышками условные точки измерений. Количество точек зависит от протяженности трещины - чем длиннее трещина, тем больше точек и длиннее интервалы между ними. В каждой точке на одинаковом уровне устанавливают по два колышка или арматурных стержня (по одному с каждой стороны трещины) на расстоянии друг от друга 20-50 см. Замеряя периодически расстояние между колышками (стержнями), определяются приращения раскрытий трещины (Δb) на даты измерений.

Приращения вычисляются как разность между конечным и начальным отсчетами. Полное раскрытие трещины на тот или иной момент времени (t) определяется как сумма ее ширины в начальный момент обнаружения или первого измерения (b_0) и приращения раскрытия, полученного дальнейшими измерениями в рассматриваемом интервале времени (Aft), т.е.

$b_t = b_0 + \Delta b$

Для измерений необходимо использовать линейку или рулетку с ценой деления 1 мм.

Измерения уступов по граням трещины (если таковые имеются) производят по аналогичной схеме, но с применением деревянного бруска, укладываемого горизонтально на плоскость уступа в измерительной точке, от нижнего среза которого и берется отсчет по линейке.

Результаты наблюдений за раскрытием трещин рекомендуется представлять в виде графиков изменения раскрытия во времени. О стабилизации трещины, можно говорить тогда, когда график раскрытия трещины становится близким к горизонтальному.

Развитие трещины в длину, т.е. ее удлинение во времени, количественно определяется путем измерения расстояний от точек выклинивания ее концов в новом (изменившемся) положении до колышков, установленных по ее концам в начальный период при обнаружении и регистрации трещины.

У обнаруженных на гребне дамбы визуальными наблюдениями поперечных трещин значительного раскрытия (порядка 1-2 см и более) рекомендуется определить глубину их распространения внутрь тела дамбы. Для определения глубины распространения трещины рекомендуется применять способ шурфования. На месте наибольшего раскрытия трещины вручную проходится шурф на доступную глубину. Шурф располагается так, чтобы трещина проходила примерно по середине его противоположных стенок. Эти стенки тщательно зачищаются вдоль следов трещины, осторожно освобождается от попавшего грунта полость трещины, не нарушая при этом ее кромок. Для лучшего прослеживания следа трещины по стенкам шурфа иногда полезно пролить ее с гребня слабым меловым раствором. Просачиваясь через трещины на стенки шурфа, меловой раствор очертит ее след.

Производятся очень тщательные измерения ширины раскрытия трещины на самом верху стенок шурфа, у дна и в промежутке между ними, а также расстояния от поверхности грунта до точек измерения в шурфе. При глубине выклинивания трещины ниже УВБ должны быть выполнены мероприятия по ее залечиванию или перекрытию водонепроницаемой стенкой.

Просадки гребня в виде воронок или видимых на глаз значительных его понижений могут вызываться рядом причин: суффозионный вынос мелкого грунта из тела дамбы или основания; выпор слабого грунта из основания и др. Просадки гребня следует оценивать как следствие проявления отмеченных дефектов.

Прямыми признаками проявления просадок на гребне дамбы являются: образование на поверхности характерных воронок диаметром от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров; заметное разрыхление грунта в воронках и понижениях просадочного характера; более интенсивный, при равных прочих условиях, характер протекания осадки на просадочных участках, чем на непросадочных (фиксируется геодезическими измерениями).

Обнаруженные наблюдениями просадочные воронки или локальные понижения гребня следует оконтурить и оснастить колышками-марками, по которым выполнить их съемку геодезическим способом или с помощью мерной ленты, отвеса и рейки. Плановые очертания и глубины воронок (понижений) заносятся в журнал и в карту-развертку.

Просадочные воронки и понижения с момента их обнаружения должны быть поставлены под наблюдения, в ходе которых следует регистрировать изменения во времени их плановых размеров и глубин. Результаты таких наблюдений рекомендуется представлять в виде продольных и поперечных профилей, плановых очертаний воронок и понижений, графиков осадки во времени колышков-марок.

Характерными признаками затухания наблюдаемых просадок гребня дамбы являются стабилизация глубин просадочных воронок (понижений) и их плановых размеров. Об этом наглядно могут свидетельствовать положение графиков осадки колышков-марок и сближение контуров воронок, зафиксированных на различные даты.

Визуальными наблюдениями за откосами дамбы следует выявлять признаки потери устойчивости (оползания) откосов, повреждения креплений, наличие промоин и просадочных воронок на поверхности низового откоса, изменения геометрии (очертания) откосов, участки зарастания откосов растительностью и др.

Основными признаками потери устойчивости (оползания) откоса, фиксируемыми визуально, являются: образование на поверхностях гребня, склонах откосов дамбы характерных для оползней криволинейных трещин, нарастающее во времени их раскрытие; образование вдоль следа трещины вертикального уступа (проседает отделившийся массив); увеличение раскрытия трещины и высоты уступа; появление заметного выпучивания грунта в средней и нижней частях откоса. Локальное и фронтальное (на большой протяженности) обрушение откоса сопровождается перемещениями больших объемов грунта из тела дамбы.

При обнаружении трещин явно наметившегося оползня необходимо произвести оперативную установку на потенциально неустойчивом массиве временных высотных марок в виде колышков или арматурных коротышей и организовать геодезические наблюдения за его смещениями более частыми циклами.

Обследованием низового откоса следует устанавливать соответствие уложенного в него материала требованиям проекта. Соответствие качества грунта проектным требованиям определяется на основании испытаний проб, отобранных из шурфов.

Визуальными наблюдениями необходимо установить наличие повреждений и дефектов откоса на отдельных участках. Для этого осуществляется тщательный осмотр поверхности откоса.

При осмотрах важно отметить наличие на поверхности откоса поперечных (от гребня к подножию откоса) впадин, борозд, рытвин, углублений от следов бульдозера и т.п. Эти локальные углубления на откосе способствуют концентрации поверхностных вод в потоки, а последние приводят к образованию промоин, эрозии грунта тела плотины.

Промоины на откосе формируются обычно в направлении от гребня к подножию откоса в виде оврагов. Смываемый потоками воды грунт транспортируется по промоинам к подножию откоса, где и откладывается. Часто это приводит к заилению расположенных в нижнем бьефе дренажных устройств и ухудшению условий разгрузки фильтрационного потока.

Поэтому при осмотрах промоин необходимо проверить состояние дренажных устройств на предмет их заиления смываемым грунтом. Обнаруженные промоины должны незамедлительно заделываться кондиционным грунтом с тщательным его уплотнением и выравниванием поверхности, так как несвоевременное принятие этих мер

приводит к значительному их углублению после сильных дождей или интенсивного снеготаяния.

При осмотрах верхового откоса дамб в первую очередь производится контроль ведения намывных работ на пляже хвостохранилища. Намыв хвостов должен производиться равномерно с достижением одинаковых отметок намыва по всей длине дамбы.

При намыве следует обеспечить горизонтальность слоя укладываемого грунта по всей длине карты без местных понижений и размывов у торцов труб, где могут откладываться мелкие илистые и глинистые частицы.

Просадочные воронки или локальные понижения поверхности на откосе обнаруживаются при тщательных осмотрах поверхности в условиях хорошего бокового освещения или геодезической съемкой.

Изменения очертания откосов могут быть неблагоприятными в отношении их устойчивости. Поэтому рекомендуется по результатам визуального наблюдения о развивающемся отклонении от проекта осуществлять съемки профиля откосов и сравнивать их фактические очертания с проектными.

Съемки надводных частей откосов выполняются обычными геодезическими способами по заранее закрепленным поперечникам через каждые 20-30 м по фронту. При затруднениях с использованием геодезических способов съемки профиля откоса в ряде случаев они могут быть заменены боковым фотографированием контура поверхности на фоне неба.

Профили подводных частей откосов намывной дамбы рекомендуется выполнять со льда (или плавсредств) путем промеров глубин в нескольких точках каждого из намеченных поперечных створов.

В период эксплуатации сооружения могут иметь место ***выходы профильтровавшейся через дамбу*** воды на поверхность низового откоса. Они могут быть или в виде малоинтенсивного рассредоточенного высачивания и намокания грунта (мокрые пятна), или в виде отдельных сосредоточенных ручейков, фонтанчиков (грифонов), ключей. Все эти выходы воды на поверхность откоса могут представлять серьезную опасность для дамбы, требуют тщательного контроля за их развитием и принятия необходимых мер инженерной защиты.

Внешними проявлениями рассредоточенного выхода являются: заметное увлажнение поверхности откоса в зоне высачивания воды, характерные зеркальные блики при отражении солнечных лучей от увлажненной поверхности.

По результатам визуальных осмотров и зондирования необходимо уточнить и оконтурить колышками границы зафиксированных зон высачивания воды на откосе.

Фильтрация в виде сосредоточенных выходов воды на дневную поверхность (грифоны, ключи, ручьи и т.п.) в ряде случаев может представлять реальную опасность для дамбы, вызывая нарушения фильтрационной прочности грунта основания и сооружения. Признаками проявления очагов сосредоточенной фильтрации являются: наличие

фонтанчика или ключа, выходящих на поверхность с некоторым напором; значительная интенсивность излива воды из очага; обводнение узкой полосы поверхности грунта на откосе ниже очага фильтрации; образование зимой ниже очага (по уклону) узкой наледи; парение откоса в морозные дни или появление проталин на снежном покрове в зоне действия сосредоточенного очага фильтрации и др. При длительном действии очага сосредоточенной фильтрации в дамбе или в основании, сопровождающимся суффозионным выносом грунта, на поверхностях выше очагов могут проявляться просадочные воронки.

Сосредоточенные выходы фильтрации достаточно легко обнаруживаются визуальным способом путем тщательного осмотра всей поверхности низового откоса, прилегающей территории. Скрытые очаги сосредоточенной фильтрации иногда можно обнаружить, проследив путь ручьев, вытекающих на нижних отметках.

Обнаруженные очаги сосредоточенной фильтрации заносятся на масштабные карты-развертки, выясняется их происхождение, оценивается опасность действия очагов для дамбы. Опасными являются очаги, через которые происходит явный суффозионный вынос грунта из тела дамбы или основания. Вынос грунта вместе с фильтрующейся водой фиксируется: зрительно по наличию или отсутствию мути в пробе воды, взятой из очага в чистую стеклянную посуду (просмотром на свет); по отложениям мелкого грунта вокруг очага или в местах рассредоточения вытекающей воды по площади; путем специального отбора проб воды и выпаривания из них твердого осадка. Визуальную оценку мутности профильтровавшейся воды следует производить непосредственно на месте, оперативно, при хорошем освещении и, желательно, путем сравнения с "эталонной" водой, в чистоте которой наблюдатель уверен (например, с водой, принесенной с собой в отдельной чистой и прозрачной стеклянной посуде).

Выяснение происхождения зафиксированных очагов сосредоточенной фильтрации производится на основании тщательного анализа возможных причин их появления, а также соответствующей проектной и строительной документации, результатов натурных наблюдений за сооружением под напором (характер и неравномерность осадки, появление поперечных трещин, образование просадочных воронок и др.). Анализ указанных причин и сопутствующей документации следует проводить в тесной увязке с местоположением очагов сосредоточенной фильтрации на плане сооружения относительно пикетов, высотных отметок, залегания и выходов отдельных слабых геологических слоев или линз в основании и берегах, отдельных трещин и др.

Контрольные наблюдения за очагами сосредоточенной фильтрации должны включать: систематические измерения расхода и температуры воды в очагах, определение мутности воды непосредственно на выходах из очагов, установление связи очагов фильтрации с верхним бьефом. Для измерений расходов воды от очага сосредоточенной фильтрации делается отвод в виде канавки или дренажной трубки, в конце которых устраивается небольшой приямок для размещения мерного сосуда. При небольших расходах измерение их проводится объемным способом - по времени наполнения сосуда определенной

емкости. Если расходы значительные (более 0,5 л/с), то на отводе воды из очага следует установить стандартный мерный водослив треугольного или другого профиля. Температуру профильтровавшейся воды следует измерять непосредственно в очаге на выходе ее из грунта или даже с погружением термометра на 1-2 см в грунт. Температурные измерения в очагах фильтрации должны проводиться единовременно с аналогичными измерениями в верхнем бьефе вблизи от верхового откоса.

Наблюдения за мутностью профильтровавшейся воды осуществляются, как отмечалось ранее, путем очень тщательного (без взмучивания грунта) отбора проб воды из очага и выпаривания из них твердого осадка. Осадок взвешивается на точных аналитических весах.

Связь очагов сосредоточенной фильтрации с уровнем верхнего бьефа устанавливается по графикам зависимости расходов и температуры воды в очагах от соответствующих датам измерения уровней и температуры воды в пруду. Наблюдения за очагами сосредоточенной фильтрации дают возможность установить, происходит ли прогрессирующее их развитие во времени (увеличение расхода, мутности и т.д.) и при необходимости - своевременно принять меры по обеспечению надежности сооружения.

Явления, на которые следует обращать внимание при обходе:

1. Местная фильтрация воды через тело грунтовых сооружений характеризуется следующим образом:

Мокрые пятна – слабая фильтрация в виде небольших, отдельных пятен;

Просачивание – слабая фильтрация в виде отдельных капель, скатывающихся по откосу, или небольших лужиц на горизонтальной поверхности грунта;

Протечки – фильтрация в виде небольших струй воды, выбивающихся из грунта;

Свищи – выходы сосредоточенной фильтрации в виде отдельных струек воды, пробивающихся через тело плотины;

Грифоны – то же, но в виде небольших фонтанчиков;

Ключи – выходы сосредоточенной фильтрации в виде отдельных струй воды на откосах;

Мутность – мутность дренажного стока, свидетельствующая о суффозионных явлениях в теле плотины.

2. Местные деформации грунтовых сооружений характеризуются следующим образом:

Обвалы – отрыв и падение отдельных масс грунта;

Оползни – отрыв земляных масс и слоистых грунтовых пород и перемещение их по склону под действием силы тяжести;

Оплывы – поверхностное оползание грунта под влиянием сильного насыщения его водой;

Осыпи – оползание или осыпание сухого грунта откосов;

Трещины – разрыв грунта на поверхности сооружения вследствие неравномерной его осадки или возникновения обвалов, оплывов, оползней;

Борозды – смыв грунта с откосов потоками дождевой или талой воды;

Просадки – образование ям на поверхности сооружений вследствие местного уплотнения грунта или его суффозии;

Выпор – местные подъемы грунта тела сооружения или основания вблизи сооружения;

Пучение – выпор грунта на поверхности сооружения, вызванный его промерзанием,

Полосы навала – смещение грунта на откосах под воздействием льда или плавающих тел,

Размывы – смыв грунта с сооружения вдоль береговой линии.

Визуальные наблюдения за бетонными сооружениями

Для визуальной оценки прочности бетона производят тщательный осмотр поверхности бетона в сооружении, простукивание молотком и опробование зубилом отдельных участков, обращающих на себя внимание. Если дефекты обнаружены на значительных участках (размягченный и истертый бетон, раковины, отслоение крошение углов и ребер, трещины), то на этих местах производится определение прочности бетона в поверхностном слое – берут образцы бетона для исследования в лаборатории.

Одновременно с оценкой прочности бетона отмечаются явления, связанные с фильтрацией воды через бетон:

- влажные пятна (рука, приложенная к бетону, не увлажняется);
- мокрые пятна (рука увлажняется);
- сочащиеся участки поверхности (без течи, но покрытые каплями воды);
- течи малые (стекающие капли), средние (стекающие струйки) и большие (наличие сплошного слоя текущей по бетону воды);
- потеки, наличие продуктов выщелачивания на поверхности бетона.

Особое внимание должно быть обращено на появление трещин, при обнаружении которых необходимо отметить краской границу их распространения – измерить длину и ширину трещины и в дальнейшем вести наблюдения путем измерения длины и ширины трещины с помощью простейших измерительных приборов: штангенциркуля или специальной линейки.

Визуальные наблюдения за состоянием дренажных сооружений

Главное назначение дренажа дамб – сбор и отвод профильтровавшейся через них воды. Исходя из этого, визуальными наблюдениями за работой дренажа контролируются: наличие и характер истечения фильтрующейся воды; прозрачность воды, признаки засорения или зарастания дренажа.

Для контроля работы дренажа в ряде случаев применяются сезонные измерения температуры воды как в самих дренажах (или вблизи них), так и в верхнем бьефе. Если изменения температуры воды в дренаже хорошо коррелируются с изменениями температуры воды в прудке, есть основание считать, что дренаж работает.

Засорение дренажа оценивается визуально по отложениям грунта в канале.

Наблюдениями за дренажным каналом выявляются процессы его заиления. В канале контролируется мутность дренажной воды и уровни.

Систематические визуальные наблюдения должны сопровождаться описанием наблюдаемых явлений, зарисовками, фотоснимками и производством простейших замеров. Результаты осмотра заносятся в журнал визуальных наблюдений, форма которого приведена в Приложении Б, форма 2.

Визуальные наблюдения и обследования сооружений системы гидротранспорта должны включать следующее:

— выявление и оценку просадок и деформаций пульповодов и полотна трассы;

— контроль состояния теплоизоляции или грунтовой обсыпки пульповодов;

— наблюдения за состоянием запорной арматуры, компенсаторов и опор трубопроводов;

— регистрацию мест образования свищей и прочих проявлений механических повреждений трубопроводов;

— контроль степени износа стенок пульповодов;

— контроль состояния эстакады пульповодов.

Визуальные наблюдения и обследования сооружений системы оборотного водоснабжения должны включать следующее:

— контроль состояния и работы насосного оборудования;

— контроль состояния понтонов плавучей насосной станции;

— наблюдения за состоянием запорной арматуры;

— выявление и оценку просадок и деформаций водоводов и полотна трассы;

— регистрацию мест образования свищей и прочих проявлений механических повреждений трубопроводов.

Все выявленные процессы и явления маркируются, наносятся на схеме, производится их фотофиксация и простейшие измерения. Результаты данных наблюдения заносятся в журнал визуальных наблюдений, форма которого представлена в Приложении Б, форма 2.

Наблюдения и обследования территории нижнего бьефа дамбы, береговых склонов. Территория, непосредственно примыкающая к подошве низового откоса, может рассматриваться как объект информации и диагностирования работы дамбы и основания. Ряд жизненно важных для сооружения процессов проявляется на этой территории. Протяженность территории, подлежащей систематическим визуальным наблюдениям, от подошвы откоса, рекомендуется принимать не менее 2Н, где Н – высота дамбы.

Территория подвергается регулярным тщательным осмотрам в целях выявления неблагоприятных для сооружения процессов и косвенных показателей его работы.

Объектами осмотров и контроля на прилегающей к дамбе территории должны быть:

- дренажные каналы;
- естественные и искусственные понижения поверхности, включая воронки, строительные прорези и траншеи, озера и т.п.;
- ключи, грифоны, ручьи, все неорганизованные зоны высачивания грунтовых вод на поверхность;

– места сопряжения внешней поверхности низового откоса дамбы с береговыми склонами, береговые склоны; заболоченные участки территории;
– участки береговых осыпей, обрушений или подвижек склонов и других сооружений.

При осмотрах со стороны нижнего бьефа следует четко зафиксировать все участки явных выходов воды и составить необходимую характеристику этих выходов, включая интенсивность высачивания или величину расхода; наличие или отсутствие мутности в фильтрующейся воде; характер изменений расходов фильтрующейся воды во времени (например, по сезонам, месяцам) и их связи с колебаниями уровня верхнего бьефа, выпадением осадков, изменениями температуры наружного воздуха и другими факторами.

При этом следует обратить внимание на то, что в местах суффозионного выноса фильтрационным потоком грунта из тела дамбы или основания ниже (по течению) зоны разгрузки, как правило, имеют место заметные отложения мелкого грунта в виде языков, шлейфов или отдельных полосок в естественных и искусственных углублениях и понижениях на поверхности, примыкающей к низовому откосу дамбы, включая воронки, траншеи и др.

3.6.2 Геодезический контроль

Геодезический контроль осуществляется на ГТС хвостохранилища с помощью установленной по проекту КИА.

Геодезический (маркшейдерский) контроль включает:

— измерения осадок и горизонтальных смещений дамбы по реперам;
— измерения геометрических параметров сооружений;
— измерения планового и высотного положения установленной КИА;
— топографические съемки накопителя и промеры глубин в отстойном пруде хвостохранилища;
— геодезический контроль высотного и планового положения трубопроводов.

Геодезические (маркшейдерские) измерения планового и высотного положения контрольно-измерительной аппаратуры дамбы (КИА) относительно опорной геодезической (маркшейдерской) сети должны производиться ***не реже одного раза в год***, кроме случаев, когда аппаратура в процессе эксплуатации сооружения была повреждена или нарушена. Плановая и высотная привязки такой аппаратуры должны производиться сразу после её восстановления.

Проверка нуля водомерной рейки относительно опорного репера должна выполняться е***жегодно***.

Проверка опорных реперов от государственной геодезической сети должна проводиться ***не реже одного раза в пять лет***.

Измерение осадок и смещений сооружений и их оснований должно выполняться ***не реже одного раза в квартал***, в том числе перед отсыпкой дамб обвалования.

Топографическая съемка накопителя, в том числе съемка надводных и подводных отложений хвостов и определение объемов отходов и воды в накопителе, должны выполняться ***один раз в год*** – в конце летнего периода.

Результаты наблюдений за осадками тела дамбы записываются в соответствующий журнал (Приложение Б). Графики кривых изменения осадок во времени строятся ежеквартально. Кривые вычерчиваются для каждой наблюдательной точки, для чего определяют расхождение в значениях высотных отметок марок между двумя последовательными сериями измерений и откладывают по оси У, а по оси Х откладывают равные временные отрезки. По графику изменения осадок во времени контролируется характер осадок. В зависимости от вида кривой делают вывод о характере осадок. Критерий безопасности по осадкам – их затухающий характер, определяемый по виду графика, который соответствует уменьшению их интенсивности во времени. Наблюдения за осадками грунтовых сооружений позволяют контролировать ход развития во времени процесса уплотнения грунтовых масс в теле и основании дамбы. Для анализа пространственной работы намывной дамбы и для оценки опасности образования поперечных трещин рекомендуется ежегодно представлять результаты измерения осадок по продольному створу в виде эпюр осадок. Наличие значительной разности между значениями осадок для двух соседних марок говорит о возникновении в теле дамбы зоны значительных касательных напряжений и деформаций. Эта зона может стать местом образования поперечных трещин или разуплотнения грунта, что приведет к усилению фильтрации и развитию фильтрационных деформаций грунта. Геодезический контроль осадок должен вестись весь период эксплуатации до практически полного их затухания (3-4 мм/год). Контрольные измерения геометрических размеров сооружений производятся при изменении контура дамбы (например, деформациях или наращиваниях дамбы), ***но не реже 1 раза в год***. Контроль ширины гребня и крутизны откосов, а также ширины намытых пляжей и их уклонов может выполняться по результатам топографической съемки либо рулеточным замером ***1 раз в год***. Горизонтальные смещения дамбы начинают измерять с момента установки реперов и производят одновременно с нивелировкой реперов. Измерения необходимо производить не ***реже 1 раза в квартал***. В связи с вышеизложенным, для оценки состояния дамбы рекомендуется не только определять характер смещений по установленным реперам во времени, но и ежегодно строить эпюры смещений для продольных створов. Анализ этих эпюр, особенно в зонах переменного знака смещений, может дать ценную информацию о наличии срезающих нагрузок в противофильтрационных элементах, а также о наличии аномально высоких (по сравнению с остальными) смещений участков дамбы. Эпюра относительных перемещений, определяемых как отношение изменения расстояния между соседними марками, деленное на этот расстояние (с плюсом при его увеличении, с минусом при уменьшении), построенная по маркам на гребне дамбы, позволит выявить зоны сжатия и растяжения. В зонах растяжения могут возникать трещины с раскрытием до нескольких сантиметров и на глубину до десяти и более метров.

Сравнение зон растяжений по эпюрам, вычерченным в разное время, позволит спрогнозировать развитие трещин при увеличении зон растяжения. В случаях, когда инструментальными наблюдениями выявляются возрастающие или незатухающие во времени деформации отдельных участков дамб и их оснований, необходимо срочно вызвать представителей проектной или специализированной организации, для выяснения причин и разработки мероприятий, обеспечивающих безаварийную работу сооружений. В случаях, когда визуальными наблюдениями выявлены деформации (осадки, просадки, трещины, выпучивание отдельных участков тела или основания дамбы), не носящие опасного характера, на участках деформации устанавливаются специальные инструментальные наблюдения по створам опасных сечений, которые необходимо проводить до стабилизации или полного затухания обнаруженной деформации. В таких ситуациях может возникнуть вопрос о расширении состава наблюдений и установке дополнительного оборудования, например, временных марок. В случае выявления признаков, угрожающих надежности хвостохранилища, следует наблюдения проводить чаще, чем обычно. Специальные инструментальные наблюдения должны организовываться и осуществляться специализированными организациями. При обнаружении опасных деформаций должны немедленно приниматься меры по их устранению по согласованию с проектной организацией.

Подробно методики измерения вертикальных и горизонтальных деформаций описаны в руководстве по натурным наблюдениям за деформациями ГТС и их оснований геодезическими методами «Руководство по натурным наблюдениям за деформациями гидротехнических сооружений и их оснований геодезическими методами». П-648. Гидропроект. М., «Энергия», 1980.г.

На участках деформации необходимо немедленно определить плановое положение (координаты) реперов или установить временные репера там, где не установлены постоянные. Инструментальные наблюдения на таких участках необходимо проводить до стабилизации или полного затухания обнаруженной деформации. Периодичность наблюдений назначают в зависимости от скорости деформирования массива (таблица 3.6.2.1).

Таблица 3.6.2.1 –Требования к периодичности наблюдений

Скорость смещений, мм/сут.	0,1	0,5	1,0	2,0	5,0	10,0	20,0
Периодичность наблюдений, сут.	730	150	75	40	15	8	4
Средняя продолжительность одной серии наблюдений, час	720	144	72	36	15	7	4

Общую съемку хвостохранилища, в том числе съемку низового откоса, пляжа следует выполнять ***не реже 1 раза в год*** с нанесением контура уреза воды в прудке–отстойнике.

3.6.3 Контроль фильтрационного режима

На основе анализа результатов исследования фильтрации может быть получена информация о наличии дефектов в теле и основании дамбы. Данные пьезометрических наблюдений фильтрационного потока позволяют выявить зоны сосредоточенной фильтрации, оценить эффективность дренажа.

Наблюдениями за фильтрационным режимом определяют следующие параметры (количественные показатели):

— положение уровня воды в теле дамбы;

— химический состав и мутность фильтрационных вод;

— местоположение выхода фильтрационных вод на откосы и в береговых примыканиях дамб, наличие суффозии.

Замеры уровней воды в гидронаблюдательных (пьезометрических) скважинах должны вестись с помощью хлопушки, подвешенной на стальной тарированной ленте или лот-свистка – ***ежемесячно***.

Результаты замеров и расчетов заносятся в журналы наблюдений с точностью до 1 см (Приложение Б, форма 4, форма 5).

Для дамбы хвостохранилища целесообразно представлять результаты измерений в виде графиков изменения уровня воды в пьезометре во времени в зависимости от изменения уровня воды в прудке – отстойнике. Признаками нормального хода развития фильтрации является совпадение во времени минимальных и максимальных показаний пьезометров с минимальными и максимальными уровнями воды в хвостохранилище, а также совпадение участков подъема и снижения на участках намыва.

Кривую депрессии необходимо строить по всем пьезометрическим створам, предусмотренным в проекте. Кривая депрессии, построенная по результатам натурных измерений, должна лежать не выше проектного расчетного положения. Характер кривой депрессии в дамбе хвостохранилища необходимо анализировать и сравнивать с расчетным. Изменение крутизны фактической кривой депрессии в сторону увеличения будет говорить о кольматации и уплотнении грунта в этой зоне. При наличии более проницаемой, чем тело дамбы, прослойки грунта по подошве дамбы, фактическая кривая депрессии будет располагаться ниже теоретической, и наоборот. Уполаживание кривой депрессии будет говорить об увеличении водопроницаемости данной зоны, что может быть связано с суффозией в теле дамбы. Таким образом, сравнение натурных и расчетных кривых депрессии позволяет выявлять участки фильтрационной неоднородности дамбы.

Периодически, но не реже 3-х раз в год проверяется глубина скважин и определяется степень заиления методами пробной откачки или налива.

<u>Наблюдения за суммарными фильтрационными расходами (тело+основание)</u>

Контроль за фильтрационными расходами через тело дамбы и ее основание можно осуществлять посредством наблюдений за откачиваемыми расходами дренажной насосной станции. Учет работы насоса ведется посуточно.

Если существующая насосная станция дренажной воды не оборудована измерителями расхода, то в этом случае количество откачиваемой воды за расчетный промежуток времени (сутки) определяются по показаниям манометра и счетчика электрической энергии по формуле

$$Q = 367.2*dN*КПДн*КПДдв/(H+h),(1)$$

где dN – количество потребленной энергии за наблюдаемый промежуток времени (равно разнице показаний на счетчике за этот промежуток времени); КПДн – коэффициент полезного действия насоса (по паспорту); КПДдв – коэффициент полезного действия двигателя (по паспорту); Н – напор на манометре, h – разница между отметками оси насоса и уровнем воды в дренажной траншее. Показания манометра, счетчика электрической энергии и количество проработавших часов отражаются ежесменно в соответствующем журнале.

Контроль фильтрационного расхода в очагах фильтрации

Сосредоточенные очаги фильтрации в нижнем бьефе дамбы могут привести к серьезным последствиям без осуществления дополнительных противофильтрационных мероприятий.

Основной причиной появления сосредоточенных очагов фильтрации в нижнем бьефе дамбы может быть отсутствие должного геотехконтроля при ее строительстве.

К косвенным причинам можно отнести наличие в теле дамбы (или в основании) слабых в фильтрационном отношении прослоек грунта, сквозных фильтрующих трещин.

Для измерений незначительных расходов воды от сосредоточенного очага фильтрации, если такой возникнет, делается отвод в виде канавы или дренажной трубы, в конце которых устраивается небольшой приямок для размещения мерного сосуда или мерного водослива треугольной или трапецеидальной формы в зависимости от величины расхода.

Для замера объемов воды, профильтровавшихся через тело и основание дамбы за время периода замера, можно воспользоваться «Рекомендациями по проведению визуальных наблюдений и обследований на грунтовых плотинах». П 72-2000/ ВНИИГ С-П., 2000г. На период замера фильтрационного расхода уровень профильтровавшейся воды искусственно поднимается и направляется в дренажную трубу, откуда она может поступать в мерный сосуд. Замер производится при стабилизации уровня воды в обваловании.

Способ замера расхода приведен на рисунке 3.6.3.1.

После выполнения замера обвалование раскапывается, вода спускается и в проран укладывается лоток для визуального наблюдения за фильтрацией.

Измерения производят при малых расходах (до 2 л/с) объемным способом, при расходах 2-100 л/с с помощью тонкостенных водосливов треугольного сечения, при расходах 100 л и более – с помощью мерного водослива трапецеидального сечения.



Рисунок 3.6.3.1 –Способ замера расхода

Расходы определяются по эмпирическим формулам:

Для треугольного водослива с углом $\theta = 90°$

$$Q = 1{,}4H^{5/3}, \quad (2)$$

где Q – расход, м³/с; H – напор, м.

Для трапецеидального водослива

$$Q = m\, b_{ср} \sqrt{3g}\, H^{3/3} = m\,(b_o + 0{,}8nH)\,\sqrt{3g}\, H^{3/3}, \quad (3)$$

где $b_{ср}$ – средняя ширина водослива;

b_o – ширина трапецеидального водослива по низу;

n – коэффициент откоса, $n = ctg\varphi = ¼$, m = 0,43.

В случае, когда измерение расхода воды на дренажных линиях оказывается невозможным, допускается устройство водосбросного бассейна, оборудованного мерным водосливом.

При неизменных характеристиках проницаемости тела дамбы на ее отдельных участках фильтрационный расход зависит в основном от напора на сооружение. В этом случае результаты наблюдений удобно представлять в виде графиков изменения расходов во времени в зависимости от уровня воды в хвостохранилище (или от напора).

График изменения фильтрационного расхода во времени является основным первичным документом, на котором одновременно отмечается и изменение уровня воды в бьефах.

Наибольшую опасность представляют сосредоточенные выходы фильтрации в нижнем бьефе дамбы. Основными причинами появления сосредоточенных очагов фильтрации на низовом откосе дамбы и примыкающей к нему территории является дефекты строительства тела дамбы и ее основания.

К косвенным причинам можно отнести наличие в теле дамбы (или в основании) слабых в фильтрационном отношении прослоек грунта, сквозных фильтрующих трещин.

Замеченные сосредоточенные выходы фильтрационных вод фиксируются в журнале визуальных наблюдений, наносятся на план сооружений с присвоением номера и

контролируются. Расходы воды замеряются объемным способом или с помощью переносных водосливов.

Замеры расходов из местных очагов фильтрации (родников, ключей и др.) должны начинаться немедленно после их появления и проводиться ежедневно до полного прекращения фильтрации или стабилизации расхода. После стабилизации расходов замеры производят реже, но **не менее 1 раза в месяц**.

Каждый раз при определении расходов должны также измеряться уровни воды в прудке и в ближайших к очагу фильтрации пьезометрах.

При обнаружении в дренирующих водах твердых частиц необходимо определять их содержание с момента выявления до полного прекращения их выноса.

Опасность действия очага сосредоточенной фильтрации для дамбы оценивается по значениям выходного градиента напора непосредственно в зоне очага. Для определения выходного градиента напора забиваются вручную рядом с очагом фильтрации на различную глубину два коротких пьезометра (отрезки труб). Значение выходного градиента напора вычисляется как отношение численной разности в уровнях воды в пьезометрах к разности отметок погружения в грунт нижних концов труб, оформленных как водоприемники или просто сплющенных молотком.

Измеренное значение выходного градиента напора в очаге сосредоточенной фильтрации сравнивается с допустимым его значением для данного вида грунта (критерием безопасности) по СП 39.13330.2012 и оценивается вероятность потери грунтом его фильтрационной прочности.

Выяснение происхождения зафиксированных очагов сосредоточенной фильтрации (будь то на поверхности низового откоса, прилегающей территории или на береговых склонах) производится тщательным анализом возможных причин их появления, а также результатов натурных наблюдений за сооружением под напором (характер и неравномерность осадки, появление поперечных трещин, образование просадочных воронок и др.).

Контрольные наблюдения за очагами сосредоточенной фильтрации должны включать: систематические измерения расхода и температуры воды в очагах, определение мутности воды непосредственно на выходах из очагов, установление гидравлической связи очагов фильтрации с верхним бьефом.

Измерения температуры профильтровавшейся воды следует производить непосредственно в очаге фильтрации на выходе ее из грунта или даже с погружением термометра в грунт на 1-3 см. Температурные измерения должны проводиться единовременно с аналогичными измерениями в акватории верхнего бьефа. По разнице температур можно судить о скорости фильтрации.

Наблюдения за очагами сосредоточенной фильтрации дают возможность установить прогрессирующее или затухающее их развитие во времени и своевременно принять меры по обеспечению надежности сооружения.

3.6.4 Контроль технологии складирования

Контроль соответствия технологии намыва и укладки хвостов в тело хвостохранилища проектным, за характеристиками сбрасываемой пульпы производится непрерывно с сопоставлением данных анализов проб пульпы, сбрасываемых через рабочие выпуски распределительного пульповода, с проектными характеристиками хвостов, подлежащих укладке.

В пульпе, поступающей на намыв, определяется:

– весовая консистенция;

– грансостав твердой фазы;

– удельная плотность твердой фазы.

Консистенция и расход пульпы определяются специальными приборами (консистометрами и расходомерами).

Отбор исходной пульпы производится при выходе из комплекса сгущения, всего **3-5 проб за смену**.

Расход пульпы, поступающей через каждый отдельный выпуск, определяется путем измерения траектории струи пульпы. Данные об измерениях параметров струи заносятся в журнал (форма 9).

При намыве хвостов должны соблюдаться следующие требования:

— передвижение участка намыва следует производить закрытием и открытием выпусков в направлении движения пульпы по 3 выпуска за один раз, через каждые двое суток; производить намыв против движения пульпы не разрешается, т.к. намытые ранее хвосты будут размываться шламистой частью пульпы и уноситься в пруд;

— намыв участка необходимо производить слоем не более 0,5 м за одну проходку;

— время намыва на одном участке уточняется опытным путем в зависимости от фактической интенсивности намыва;

— при включении пульповода в работу всегда должен быть открыт сосредоточенный или торцевой выпуск, расположенный за участком намыва;

— во избежание размыва откосов дамбы концы распределительных выпусков должны находиться на расстоянии не менее 5,0 метров от низового откоса дамбы, высота опор под выпуски должна быть выше годового слоя намыва;

— для исключения пониженных участков пляжной зоны намыв хвостов предлагается проводить равномерно с достижением одинаковых отметок намыва по всей длине дамбы;

— для проведения наблюдения за намывом необходимо на пляже устанавливать створные знаки (вешки) высотой 3,0 м (заглубление 1,5 м); установка знаков производится по нивелиру; на вешках выполняются метки (поперечины) через 0,5 м.

С целью обеспечения равномерности намыва необходимо:

— регулируя задвижкой, добиваться одинакового расхода пульпы через каждый выпуск (визуально);

— ежемесячно проводить маркшейдерскую съемку участка намывного пляжа;

— еженедельно отбирать пробы хвостов на выходе из главного корпуса, в каждом четвертом распределительном выпуске и концевом выпуске. В отобранных пробах следует определять плотность пульпы и гранулометрический состав хвостов и, опираясь на их анализ, производить корректировку количества одновременно работающих выпусков и времени намыва каждого участка;

— перед началом намывных работ необходимо очищать распределительные выпуски от хвостов и проводить ревизию задвижек;

— при необходимости произвести рихтовку пульповода на основании маркшейдерской съемки;

— укомплектовать все распределительные выпуски затворами и рукавами;

— намывные работы производить в соответствии с ежегодным графиком производства работ, утвержденным исполнительным директором предприятия.

Равномерность распределения пульпы по поверхности участка намыва, состояние откосов, распределительных пульповодов и выпусков фиксируется визуально.

Контроль за интенсивностью намыва, толщиной фактически намытых слоев и уклонами пляжа намыва осуществляется по показаниям реек. Интенсивность определяется путем деления средней толщины слоя, намытого за определенный период, на продолжительность периода в сутках или часах.

Уклон пляжа намыва устанавливается по рейкам, расположенным на одном поперечнике, и определяется по формуле:

$$i = [(\Delta_1 - \Delta_3) / L_r] \, 100, \quad (4)$$

где i – уклон, %; Δ_1, Δ_3 – абсолютная или условная отметка поверхности по 1-й и 3-й рейкам, соответственно, м; L_r – расстояние между рейками, м.

При необходимости геотехконтроля пробы намываемых хвостов отбираются около реек, фиксирующих створы на контрольных поперечниках. Перед отбором проб выполняется зачистка поверхности на глубину 5-15 см. По высоте пробы отбираются не реже, чем 1,0 м намыва.

Пробы маркируются с указанием отметки намыва, упаковываются и транспортируются в лабораторию в соответствии с ГОСТ 13071-84.

Одновременно с отбором проб отходов на пляже в журнале фиксируются характерные особенности намытого грунта с указанием отметок поверхности: срок окончания намыва, граница уреза, наличие пылевато-глинистых прослоек и граница их распространения при толщине более 3 см.

Результаты определений характеристик хвостов заносятся в соответствующие журналы, а затем сводятся в журнал контроля качества намытых хвостов, а также оформляются графически. В каждом поперечнике в общем случае при технической возможности отбирается не менее 3 проб из каждого слоя намыва: у пульповыпуска, на середине пляжа, у границы с отстойным прудом и из пруда на расстоянии 30 м от уреза воды. При этом

указывается абсолютная отметка места отбора и расстояние до него от оси дамбы по горизонтали.

3.6.5 Наблюдение за заполнением емкости накопителя

С целью обеспечения складирования хвостов и оборотного водоснабжения в соответствии с требованиями проекта, наряду с геотехническим контролем, производятся наблюдения за заполнением емкости хвостохранилища, которые включают:

- наблюдения за уровнями и объемами воды;
- топографическую съемку отложений хвостов и надводных пляжей и прудковой зоне с промерами глубин;
- контроль водного баланса.

Для наблюдений за уровнем воды в хвостохранилище оборудуются водомерные посты в соответствии с требованиями «Наставления гидрометеорологическим станциям и постам». Рейки следует устанавливать независимо от наличия приборов дистанционного контроля за уровнем воды.

Замеры уровней воды в хвостохранилище производятся **1 раз в сутки**.

Топографическая съемка надводных отложений хвостов производится не реже **1 раза в квартал**. Съемка пляжей производится существующими геодезическими методами или с применением методов фотограмметрии.

Съемка отложений хвостов прудковых зон производится с плавсредств (лодка, катамаран и др.) с помощью специального лота в виде металлического диска диаметром 15 см и массой 1 кг, спускаемого на промерном тросе. Измерение глубины должно производиться с точностью до 3 см **1 раз в квартал**.

Промеры глубин в отстойном пруду хвостохранилища производятся в точках, расположенных в промерных створах на расстоянии 50 – 100 м друг от друга, но не менее чем в 5 точках. Количество промерных створов и их расположение устанавливаются в зависимости от конфигурации и размеров прудковых зон, а также технологической схемы заполнения накопителя.

3.6.6 Контроль качества осветления оборотной воды

Контроль качества осветления оборотной воды осуществляется путем отбора проб в пульпе и у забора воды в чаше хвостохранилища и проведения их физико-химического анализа для сопоставления с требованиями к оборотной воде в соответствии с проектом. Контроль осуществляется **2 раза в месяц** по сокращенной программе.

Пробы воды для определения содержания взвешенного отбираются также в насосной станции оборотного водоснабжения – **ежесменно**.

3.6.7 Контроль состояния систем гидротранспорта и оборотного водоснабжения

Контроль толщины стенок трубопроводов рекомендуется проводить неразрушающими методами, например акустическими.

Ниже даны рекомендации по применяемым в настоящее время методам диагностики пульповодов.

Внутритрубная диагностика

Приборный парк внутритрубной диагностики разработан в основном для нефтегазовых магистральных трубопроводов. Поэтому отношения к нему, с точки зрения диагностики пульпопроводов, должно быть во многом критическим.

В число аппаратов, используемых для трубопроводов и перемещающихся внутри обследуемых трубопроводов в потоке перекачиваемых по ним продуктов, входят аппараты, контролирующие геометрию трубопроводов; фотокамеры; аппараты магнитного типа; ультразвуковые аппараты для измерения толщины стенок обследуемых трубопроводов и ультразвуковые аппараты для обнаружения трещин, обусловленных коррозионным растрескиванием под напряжением.

Все подобные аппараты заключают в себе измерительные приборы и источники питания, обеспечивающие работу этих приборов. Для их использования необходимы стационарные или временные камеры, аналогичные камерам для запуска и приема разделителей. Обследуемый трубопровод должен иметь полнопроходные задвижки. Для большинства аппаратов минимально допустимый радиус кривизны отводов, изогнутых под углом 90̊, равен 1,5 диаметра, однако для некоторых аппаратов минимально допустимый радиус кривизны составляет не менее 3 диаметров.

Аппараты для обследования трубопроводов оснащаются устройствами для измерения пройденного расстояния, с помощью которых непрерывно контролируется местоположение аппаратов в трубопроводе. В большинстве случаев для этой цели используются подпружиненные одометрические колеса, непрерывно контактирующие со стенкой трубопровода. Пройденное расстояние фиксируется на той же ленте самописца, на которой фиксируются выявляемые дефекты, что позволяет определить местоположение этих дефектов в трубопроводе.

Наружная диагностика

Предпочтение должно отдаваться неразрушающим методам диагностики. Одним из таких методов является метод, основанный на регистрации «звучания» отдельных зон материала в процессе деформации. При этом на основании параметров звучащей зоны до разрушения можно судить о степени опасности протекающих в материале процессов. Возможность улавливания акустических колебаний в изделии на достаточно большом удалении от места установки преобразователя резко сокращает их необходимое количество. Такие преобразователи могут быть установлены и на эксплуатирующихся конструкциях, работать длительное время, выдавая информацию о ее состоянии.

Акустическая аппаратура обладает значительной разрешающей способностью и улавливает информацию практически на всей кривой деформирования, показывая, что процесс протекает не монотонно, а с разной интенсивностью на разных стадиях.

3.6.8 Методика определения пыли в воздушном потоке на границе хвостохранилища

Проверка фактического дисперсионного состава пыли в воздухе производится отбором проб запыленного воздуха на границах хвостохранилища при разных скоростях ветра, дующего в направлении места отбора пробы. Замеры концентрации и состава по химическим элементам пыли в воздушном потоке следует выполнять в летний период года на дамбе и в нижнем бьефе хвостохранилища.

Замеры следует производить на высоте 2,0 м, 5,0 м, 8,0 м с автотранспорта, оснащённого вышкой и приборами определения скорости ветра и температуры воздуха. Запылённость воздуха можно определять двумя способами:

1. Весовой способ с определением количества пыли в пробе в лаборатории.

2. С помощью переносных приборов, устанавливаемых на месте отбора.

Весовой метод заключается в протягивании определённого объёма исследуемого воздуха через фильтр и взвешивании фильтра в лаборатории до и после отбора проб. В качестве фильтров используются фильтры АФА10.

Протягивание воздуха осуществляется или электрическим аспиратором, или аспиратором эжекторного типа.

Недостаток метода − длительность отбора проб и невозможность определения концентрации на рабочем месте.

Замеры производятся следующими приборами:

— переносной пробоотборник пыли ПУ-2П;

— для измерения скорости и направления ветра анеморумбометр М63М-1;

— для определения относительной влажности воздуха и температуры психрометр аспирационный.

Состав пыли по химическим элементам производится в специализированной лаборатории.

3.7 Анализ результатов натурных наблюдений

Первичная обработка показаний приборов производится на месте службой натурных наблюдений (мониторинга).

Показания приборов представляются в форме таблиц или графиков.

Документация ведется в соответствии с формами Приложения Б.

1. Результаты наблюдений за деформациями тела дамбы и его основания записываются в соответствующие журналы и представляются в форме эпюр осадок (продольный и поперечный разрезы), эпюр смещений, перемещений, а также в форме кривых

нарастания деформаций во времени. Кривые вычерчиваются для каждой наблюдаемой точки, а также для каждого из слоев сооружения, за которыми ведется наблюдение. На основании материалов топосъемки, нивелирования дамб строятся поперечные разрезы по дамбам, на которые наносятся положения фактических кривых депрессии.

2. Результаты наблюдений за фильтрационным режимом дамбы и ее основания записываются в соответствующие журналы. Рекомендуются следующие журналы:

- контроля уровней воды в пьезометрах;
- замера расходов фильтрационной воды (при наличии очагов фильтрации) или определения дренажных расходов в ДНС;
- сводной ведомости уровней воды в пьезометрах.

При дальнейшей обработке материалов наблюдений строятся:

- графики колебаний уровня воды во времени в прудке хвостохранилища;
- кривая депрессии (отметки верхнего бьефа, отметки в пьезометрах и в дренажном канале) с нанесением на этом же створе расчетных кривых; кривые строятся с использованием программы AUTOCAD.
- графики изменения расходов фильтрационных вод (во времени);
- графики изменения расходов фильтрационных (дренажных) вод в зависимости от изменения уровня воды в накопителях;
- проводятся вычисления действующих средних градиентов напора (при необходимости) в теле и основании дамбы.

3. Все контролируемые параметры пульпы и хвостов отражаются в таблицах сравнения их с проектными параметрами. На графике грансостава наносятся проектные и фактические кривые грансостава.

4. В журналах контроля систем гидротранспорта и оборотного водоснабжения отмечаются все недостатки и дефекты, профилактические ремонтные мероприятия. Определение толщины стенки пульповодов отражается в соответствующей форме. По контролю гидротранспорта, системы оборотного водоснабжения и составляющих водного баланса рекомендуется вести следующие журналы:

- контроля за технологическим процессом гидротранспорта хвостов;
- контроля характеристик пульпы;
- контроля за технологическим процессом оборотного водоснабжения;
- наблюдений за водоотведением из хвостохранилища;
- технологические данные по потреблению свежей и оборотной воды в технологическом цикле;
- наблюдений за уровнями воды в накопителях;
- журнал измерений толщины стенок пульповодов.

5. В журнале визуальных наблюдений отражаются результаты наблюдений и контроля по всем объектам мониторинга.

Необходимо составлять годовой отчет о состоянии гидротехнических сооружений, в разделе «Результаты натурных наблюдений» приводится краткая информация с анализом показателей состава и физико-механических свойств грунта и состояния сооружений по результатам контроля за год и приводится сопоставление показателей с контрольными значениями (критериями безопасности ГТС).

При необходимости в отчетные материалы включаются другие данные, предусмотренные местной инструкцией (или проектом мониторинга) по контролю. Документация должна находиться в помещении геотехнической службы и храниться в месте, где обеспечивается их полная сохранность. Все журналы должны быть пронумерованы и включены в соответствующую опись.

Материалы первичной обработки натурных наблюдений для составления заключений о состоянии хвостохранилищ, разработки соответствующих рекомендаций и принятия решений представляются по обязательным наблюдениям за накопителями – лицу, ответственному за их безопасное состояние.

Вся документация по мониторингу должна храниться в специально отведенном месте и предъявляться по первому требованию органам надзора.

3.8 Описание службы мониторинга безопасности ГТС и ее функций, схема ведения мониторинга, отражающая распределение обязанностей и порядок отчетности

Эксплуатацией всех гидротехнических сооружений и систем хвостохранилища занимается эксплуатационный персонал отделения хвостового хозяйства.

Технический контроль эксплуатационной надежности и безопасности хвостохранилища также осуществляет персонал предприятия с привлечением маркшейдерской, геологической, природоохранной служб и, при необходимости, других специализированных организаций и институтов в соответствии с «Правилами безопасности...», местной инструкцией по эксплуатации и должностными инструкциями, разработанными на предприятии.

Эксплуатационный персонал в соответствии с действующими нормами и требованиями должен иметь необходимую квалификацию, позволяющую эксплуатировать гидротехнические сооружения. Работники участка гидротехнических сооружений должны с установленной периодичностью проходить проверку знаний правил, норм и инструкций. Эксплуатационный персонал должен проходить обучение со сдачей экзаменов. Рабочие участка должны проходить повторный инструктаж по безопасности труда и проверку знания инструкции по соответствующим профессиям.

Эксплуатационный персонал, проводящий мониторинг безопасности ГТС, для возможности проведения визуальных наблюдений и исследовательских работ, должен быть обеспечен соответствующим оборудованием и транспортом своевременно и в полном объеме.

Эксплуатационный персонал несет ответственность:

- за безаварийную работу всех систем хвостового хозяйства;
- за техническую исправность и готовность к работе всех сооружений хвостового хозяйства;
- за правильный и своевременный контроль состояния всех систем и сооружений.
- выполнение мероприятий по защите окружающей среды от загрязнения.

Эксплуатационным персоналом ведутся технологические журналы и отчетная документация по всем сооружениям хвостохранилища. Полученные данные используются для первичного анализа безопасности сооружения и составления годового отчета о состоянии хвостохранилища.

Рекомендуемый состав службы геотехконтроля

1. Начальник отдела службы геотехконтроля (инженер гидротехник)

Функции:

- Руководство по осуществлению текущей деятельности по организации ведения мониторинга безопасности ГТС.
- Подготовка материалов технических отчетов.
- Организация выполнения работ по ведению мониторинга и составление планов и работ по обеспечению безопасности ГТС.
- Сбор текущей информации, определенной проектом мониторинга, в соответствии с разделом и частями проекта.
- Материальное обеспечение осуществления мониторинга.
- Наблюдение за технологическим режимом работы хвостохранилища.

2. Техник-лаборант

Функции:

- Визуальные осмотры ГТС.
- Проведение замеров по пьезометрическим скважинам и гидрологическим скважинам.
- Отбор проб хвостов, оборотной воды, фильтрационных и дренажных вод, положения грунтовых вод и химического состава наблюдательных гидрологических скважин.
- Определение состояния трубопроводов.
- Проведение замеров по содержанию пыли на территории хвостохранилища.

3.9 Эксплуатация и ведение мониторинга безопасности ГТС в сложных и чрезвычайных ситуациях

ГТС хвостового хозяйства обогатительной фабрики горно-обогатительного комбината Маднеули относится к категории опасных производственных объектов, на котором эксплуатирующая организация обязана планировать и осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий.

Организация обязана:

а) планировать и осуществлять необходимые меры в области защиты работников организаций и подведомственных объектов производственного и социального назначения от чрезвычайных ситуаций;

б) планировать и проводить мероприятия по повышению устойчивости функционирования организаций и обеспечению жизнедеятельности работников организаций в чрезвычайных ситуациях;

в) обеспечивать создание, подготовку и поддержание в готовности к применению сил и средств предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, осуществлять обучение работников организаций способам защиты и действиям в чрезвычайных ситуациях;

г) создавать и поддерживать в постоянной готовности локальные системы оповещения о чрезвычайных ситуациях;

д) обеспечивать организацию и проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ на подведомственных объектах производственного и социального назначения и на прилегающих к ним территориях в соответствии с планами предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций;

е) финансировать мероприятия по защите работников организаций и подведомственных объектов производственного и социального назначения от чрезвычайных ситуаций;

ж) создавать резервы финансовых и материальных ресурсов для ликвидации чрезвычайных ситуаций;

з) предоставлять в установленном порядке информацию в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, а также оповещать работников организаций об угрозе возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций.

Для ГТС ежегодно необходимо разрабатывать отдельный план ликвидации аварий (ПЛА) с учетом фактического состояния гидротехнических сооружений.

Ответственность за своевременное и правильное составление ПЛА и за его соответствие требованиям действующей нормативной документации возлагается на технического руководителя организации.

Ответственный руководитель по ликвидации аварии назначается приказом по организации, которая является собственником гидротехнического сооружения или по организации, которой он передал это сооружение в эксплуатацию (в аренду).

При ведении спасательных работ и ликвидации аварии обязательными для исполнения являются только распоряжения ответственного руководителя работ по ликвидации аварии.

ПЛА согласовывается с руководителями подразделений, участвующих в ликвидации аварий и утверждается техническим руководителем не позднее, чем за 15 дней до начала следующего года.

ПЛА должен находиться у руководителя работ по ликвидации аварий, у должностного лица, ответственного за эксплуатацию ГТС, в отделе охраны труда, а также у технического руководителя предприятия (главного инженера).

Для выполнения достаточно сложных основных задач и обязанностей собственника ГТС на ГТС необходимо *правильно организовать* выполнение работ, *сделать анализ* состояния сооружений и *своевременно принять* необходимые решения. Все это во многом зависит от руководителей, ответственных за эксплуатацию ГТС. Чтобы иметь достоверную информацию, чтобы она была представлена вовремя и для оперативного решения возникающих проблем, необходимо иметь *хорошо подготовленный* эксплуатационный персонал, который бы не только хорошо разбирался в технической документации, понимал суть выполняемой им работы, но и представлял те последствия, которые возникнут при аварии на сооружении.

Обязанности ответственного руководителя за гидротехническое сооружение:

- разработать должностные и производственные инструкции для каждого из подчиненных так, чтобы он четко знал свои обязанности, в том числе и в случае возникновения аварийной ситуации и понимал, что от него зависит, видел свою ответственность в общей схеме работы службы эксплуатации;
- составить план ликвидации аварий (ПЛА);
- проводить противоаварийные тренировки.

При составлении должностных и производственных инструкций необходимо распределить на весь имеющийся коллектив службы эксплуатации и мониторинга тот объем необходимых работ, при выполнении которого будет появляться четкое представление о состоянии сооружения, а также о зонах ответственности работников.

Если в процессе эксплуатации происходят изменения в составе сооружения или его режима работы, то вносятся необходимые изменения и в должностные инструкции тех работников, которых это касается.

Зная хорошо свое сооружение, можно предвидеть некоторые виды аварийных ситуаций, которые на нем могут произойти или уже происходили (перелив воды через гребень дамбы, усиление фильтрации через тело дамбы, оползание откосов дамбы и т.д.), и в плане ликвидации возможных аварий (ПЛА) учесть не только вышеуказанные, но и непредвиденные ситуации (например - катастрофический паводок).

В оперативной части ПЛА указываются: все возможные аварии на ГТС, опасные для жизни людей и влияющие на безопасность эксплуатации сооружения; места возникновения таких аварий; мероприятия по спасению (эвакуации) людей и ликвидации аварии; лица ответственные за выполнение этих мероприятий и конкретные исполнители (т.е. работники службы эксплуатации); места нахождения средств для спасения людей и ликвидации аварии; маршруты эвакуации людей и движения техники.

К оперативной части ПЛА должен быть приложен ситуационный план гидротехнического сооружения, где на случай аварий с катастрофическими последствиями должны

быть указаны зоны затопления, нанесены пути эвакуации людей, места расположения защитных дамб, если они предусмотрены проектом, аварийных складов, расположения командного пункта по ликвидации таких аварий и т.д. Должны быть отработаны не только действия эксплуатационного персонала до прибытия спасателей, но и действия их совместной работы в таких экстремальных ситуациях, причем четко должно быть определено, кто кому подчиняется и взаимозаменяемость лиц, ответственных за ликвидацию аварий с катастрофическими последствиями.

В списке должностных лиц и организаций, которые должны быть немедленно оповещены в случае аварии, указываются их служебные и домашние адреса и номера телефонов.

Каждый из работников службы эксплуатации и геотехконтроля должен быть обучен по ПЛА и четко представлять свои действия. Ежегодно проводится обучение и проверка знаний ПЛА не позднее, чем за 10 дней до ввода ПЛА в действие с соответствующей регистрацией в актах ПЛА и отметкой в личной карточке рабочих и специалистов под роспись.

Обучение специалистов порядку организации проведения работ по ликвидации аварийных ситуаций и личного в них участия проводит технический руководитель организации, а рабочих - начальник хвостового хозяйства.

При изменениях, произошедших на ГТС, в трехдневный срок необходимо внести коррективы в ПЛА и довести их под роспись до сведения должностных лиц, которых это касается.

На объектах необходимо проводить учебные противоаварийные тренировки.

В журнале противоаварийных тренировок необходимо отмечать недостатки и проводить соответствующую работу, чтобы в случае действительного возникновения аварии избежать ошибок.

При возникновении угрозы чрезвычайной ситуации руководитель работ по ликвидации аварий оценивает оперативную обстановку и действует по плану, а в случае необходимости, привлекает все нужные службы и технические средства.

Для того чтобы уменьшить количество возможных жертв и снизить размер возможного ущерба на случай гидродинамической аварии, когда из-за перелива воды через гребень произойдет затопление территории и могут пострадать случайные люди, в первую очередь, необходимо:

- определить состояние тех инженерных сооружений, которые оказывают существенное влияние на защиту населения и на организацию его эвакуации из зоны затопления (возвышенные и незатопленные участки территории, дороги);
- правильно оценить направление возможной зоны затопления и определить ее воздействие на подходы и выходы к объектам, которые подвергнутся затоплению и к местам эвакуации населения, определенным в плане ликвидации аварий;

– выполнить мероприятия, позволяющие устранить или локализовать аварию в начальной стадии развития;
– определить первоначальные меры по спасению населения: эвакуацию в незатопленные районы населения, животных, вывозу материальных и культурных ценностей; мероприятия поиску и спасению людей и животных застигнутых водным потоком, мероприятия по жизнеобеспечению населения: снабжение пострадавших имуществом и продуктами; оказание медицинской помощи; наведение переправ для доставки продовольствия и медикаментов и т.д.

В оперативной части ПЛА должно быть предусмотрено экстренное оповещение эксплуатационного персонала ГТС, объектов и цехов, непосредственно влияющих на его работу, администрации предприятия.

3.10 Методическое обеспечение мониторинга безопасности ГТС

Служба мониторинга безопасности ГТС должна быть обеспечена действующей нормативно-методической документацией в области безопасности гидротехнических сооружений.

Ниже приведен список литературы, рекомендуемой для ведения мониторинга безопасности ГТС.

1. СП 39.13330.2012. Плотины из грунтовых материалов.
2. СП 23.13330.2018. Основания гидротехнических сооружений.
3. СП 58.13330.2019. Гидротехнические сооружения. Основные положения.
4. СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах.
5. Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов. ПБ 03-438-02.
6. Инструкция о порядке ведения мониторинга безопасности ГТС предприятий, организаций, подконтрольных органам Госгортехнадзора России. РД 03-259-98.
7. Рекомендации о содержании и порядке составления годового отчета о состоянии гидротехнического сооружения, утв. Первым заместителем Начальника Госгортехнадзора России от 02.06.98.
8. Рекомендации о содержании и порядке составления паспорта гидротехнического сооружения, утв. Первым заместителем Начальника Госгортехнадзора России Е.А. Маловым от 02.06.98.
9. ГОСТ 17.1.1.01-77. «Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения».
10. ГОСТ 17.1.3.07-82. «Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков».
11. ГОСТ 17.1.5.04-81. «Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора проб, первичной обработки и хранения проб природной воды. Общие технические требования».

12. РД 52.24.309-92. Охрана природы. Гидросфера. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод по сети Роскомгидромета. С.-П.,1992.
13. ГОСТ 27384-82. Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств.
14. ГОСТ 18105-2018 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности».
15. ГОСТ 22690-2015 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля».
16. ГОСТ 12071-2014. Грунты. Отбор, упаковка, транспортировка и хранение образцов;
17. ГОСТ 5180-2015. Грунтовые методы лабораторного определения физических характеристик.
18. ГОСТ 25584-2016. Методы определения фильтрационных характеристик.
19. ГОСТ 30416-2020. Грунты. Лабораторные испытания образцов. Общие положения.
20. ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы определения зернового (гранулометрического) состава.
21. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
22. ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.
23. ГОСТ 25100-2020. Грунты. Классификация.
24. Брайт П. И. Геодезические методы измерения деформаций сооружений. М.: Недра, 1975.
25. Донских И. Е. Створный метод измерения смещений сооружений. М.: Недра, 1974.
26. Рекомендации по прогнозированию деформаций сооружений гидроузлов на основе результатов геодезических наблюдений (П 53-90) (ВНИИГ, 1991).
27. Рекомендации по диагностическому контролю фильтрационного режима грунтовых плотин (П 71-2000/ВНИИГ).
28. Рекомендации по проведению визуальных наблюдений и обследований на грунтовых плотинах (П 72-2000/ВНИИГ).
29. Рекомендации по проведению натурных наблюдений и исследований креплений откосов грунтовых сооружений и береговых склонов (П 74-2000/ВНИИГ).
30. Рекомендации по обследованию гидротехнических сооружений с целью оценки безопасности (П 92- ВНИИГ 2001).
31. Рекомендации по натурным исследованиям и диагностике грунтовых плотин, расположенных в зоне вечной мерзлоты (П 81-2001/ВНИИГ).
32. Рекомендации по анализу данных и проведению натурных наблюдений за напряженно-деформированным состоянием, раскрытием швов и трещин в бетонных и железобетонных сооружениях (П 85- 2001/ВНИИГ).

33. Рекомендации по проведению натурных наблюдений за осадками грунтовых плотин (П 87- 2001/ВНИИГ).
34. Рекомендации по восстановлению КИА и модернизации старых систем контроля на плотинах (П 93-2001/ВНИИГ).
35. Рекомендации по техническому диагностированию грунтовых плотин (П 86-2001/ВНИИГ).
36. Рекомендации по оценке состояния сооружений и противофильтрационных устройств по данным натурных наблюдений за фильтрационно-суффозионными процессами в сооружениях и основаниях (П 80-2001/ВНИИГ).

3.11 Рекомендации по внедрению и ведению геодинамического мониторинга

На гидротехнических сооружениях первого класса, расположенных в районах с сейсмичностью 7 баллов и выше, в процессе эксплуатации рекомендуется вести следующие виды специальных наблюдений и испытаний:

- инженерно-сейсмометрические наблюдения за работой сооружений и береговых примыканий (сейсмометрический мониторинг);
- инженерно-сейсмологические наблюдения в зоне ложа водохранилища вблизи створа сооружений и на прилегающих территориях (сейсмологический мониторинг);
- тестовые испытания по определению динамических характеристик этих сооружений (динамическое тестирование) с составлением динамических паспортов.

Разработка проекта сейсмометрического мониторинга выполняется по результатам сейсмического микрорайонирования.

Для проведения инженерно-сейсмологических наблюдений вблизи гидротехнических сооружений и на берегах по проекту, разработанному специализированной научно-исследовательской организацией, должны быть размешены автономные регистрирующие сейсмические станции.

В проекте сейсмометрического мониторинга должны быть определены задачи, структура и состав наблюдений, средства и методики измерений, средства коммуникации, сбора, хранения и обработки данных, регламент и форматы представления данных, и режимы функционирования геодинамического полигона (территории гидротехнического сооружения с размещёнными на ней измерительными и коммуникационными средствами).

Проект геодинамического полигона должен устанавливать опасные для гидротехнических сооружений геодинамические процессы и явления; расчетные и нормативные критериальные показатели гидротехнических сооружений; структуру полигона; состав методов наблюдений и диагностические показатели; схему размещения пунктов наблюдений; аппаратуру и оборудование; методики и периодичность выполнения каждого вида наблюдений; регламент прогнозирования геодинамической обстановки.

Монтаж, эксплуатация систем и проведение инженерно-сейсмометрических, инженерно-сейсмологических наблюдений и динамического тестирования должны осуществляться собственником (эксплуатирующей организацией) с привлечением специализированных организаций.

Основными задачами проведения сейсмометрических наблюдений за состоянием гидротехнических сооружений в сейсмоопасных районах являются:

- получение информации для оперативной оценки вероятности возникновения аварийной ситуации в результате воздействия землетрясения и принятия мер, адекватных степени выявленной опасности;
- получение исходных данных для дальнейшего развития теории сейсмостойкости гидротехнических сооружений и методов их расчетов.

Основными задачами проведения инженерно-сейсмологических наблюдений являются:

- получение по возможности более полной информации о характере и интенсивности сейсмических проявлений на дальних подступах к сооружению, трансформаций основных параметров землетрясения по мере приближения к сооружению и влиянии на этот процесс ГТС;
- передача этих сведений в базу данных инженерно-сейсмометрического комплекса.

Цели и задачи геодинамического мониторинга

Геодинамический мониторинг - специализированный вид мониторинга, система регулярных наблюдений и контроля за развитием опасных геодинамических процессов и явлений в техноприродной системе (ТПС) за факторами, обусловливающими их формирование и развитие, проводимых по определённой программе, выполняемых с целью своевременной диагностики опасных для сооружения геодинамических явлений, разработки и проведения мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций, связанных с опасными геодинамическими процессами и явлениями, или по снижению ущерба, наносимого геодинамическими процессами и воздействиями.

Конечный результат геодинамического мониторинга – это своевременное обоснование на основе многофакторного исследования состояния ТПС управляющих решений по предотвращению или ликвидации последствий опасных, приводящих к аварии либо катастрофе, геодинамических явлений и выработка рекомендаций по безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений.

К основным геодинамическим процессам, вызывающим локальные геодинамические явления, представляющие потенциальную опасность для гидротехнических сооружений в зонах с высокой сейсмической активностью, относятся:

- сильные тектонические и наведённые (спровоцированные) землетрясения и связанные с ними сейсмодислокации и разжижение грунтов;
- оползни, обвалы, осыпи, камнепады, сели;
- переработка берегов водохранилищ, русловые и гидрогеодинамические процессы;

– карст, суффозия, просадки;
– термокарст.

На геодинамическом полигоне проводятся следующие основные виды наблюдений, исследований и испытаний:

обязательные:

– инженерно-сейсмометрические наблюдения за параметрами колебаний сооружения и основания, вызванных ощутимыми и сильными землетрясениями, промышленными взрывами и иными воздействиями – сейсмометрический мониторинг;
– инженерно-сейсмологические наблюдения для контроля сейсмического режима (количества и энергии сейсмических событий, распределения их очагов в пространстве и во времени) – сейсмологический мониторинг;
– геодезический мониторинг деформационных процессов, происходящих в сооружении и основании, а также в области взаимного влияния ГТС и геологической среды в зоне ложа хвостохранилища и в нижнем бьефе близ створа;
– периодические исследования по контролю динамических характеристик ГТС методом малоамплитудных колебаний (стоячих волн) на основе наблюдений стационарной системы сейсмометрического мониторинга, по возможности дополняемой (уплотняемой) вре́менными пунктами сейсмометрических наблюдений на ГТС. Рекомендуемая периодичность исследований – 5 лет; в периоды активизации геодинамических процессов, оказывающих влияние на сооружения и основание, частота проведения исследований может увеличиваться до одного раза в год; после интенсивных геодинамических воздействий или сейсмических воздействий силой от 5 баллов и выше (на участке объекта) исследования должны проводиться безотлагательно.

Для проведения инженерно-сейсмологического мониторинга создается локальная сейсмологическая сеть (ЛСС).

Основными задачами ЛСС, применительно к проектируемому объекту, являются:

– регистрация и локализация близких и местных землетрясений, с магнитудами от $M \leq 0.6$ ($K \leq 5$) в пределах системы наблюдений;
– сбор информации о сейсмическом режиме в районе ГТС и о динамике сейсмичности в сейсмоактивных зонах, определяющих уровень сейсмической опасности объекта;
– оперативный анализ и детальное изучение амплитудно-частотных характеристик сейсмических воздействий при землетрясениях из определенных сейсмоактивных зон и от ближайших промышленных взрывов;
– оценка влияния режима эксплуатации (наполнения) хвостохранилища на изменение сейсмического режима, включая контроль возбужденной сейсмичности.

На основе полученных и обработанных данных решаются задачи по:

– определению координат и глубины очага местных землетрясений;
– определению локальной магнитуды и энергетического класса местного землетрясения;
– построению карт эпицентров местных землетрясений;

– составлению каталога местных сейсмических событий;
– сопоставлению полученных данных о сейсмических событиях с принятой в проектном обосновании геотектонической моделью и расположением зон возможных очагов землетрясений (ВОЗ) района;
– интеграции данных локальной сети сейсмических станций с текущими данными региональной сейсмологической сети и данными инструментальных наблюдений предшествующих лет и исторических землетрясений;
– дистанционному мониторингу параметров колебаний, возбуждаемых во вмещающем массиве и верхней части земной коры действующими гидротехническими сооружениями и их оборудованием, исследованию стабильности и вариаций фонового колебательного режима их функционирования.

Для проведения сейсмометрических наблюдений создается автоматизированная система сейсмометрического контроля (АССК), которая решает следующие основные задачи:
– регистрация параметров колебаний сооружения и основания, вызванных местными землетрясениями, промышленными взрывами и иными воздействиями;
– сбор информации для оценки вероятности возникновения аварийной ситуации в результате сейсмического воздействия;
– накопление сейсмометрических данных о поведении сооружений при сейсмических воздействиях различного генезиса, характера и интенсивности;
– разработка рекомендаций по предотвращению или снижению ущерба, связанного с геодинамическими явлениями;
– контроль эффективности инженерно–технологических мероприятий по предотвращению или ликвидации последствий опасных геодинамических явлений.

Собранная АССК информация используется для:
– выявления блоков (элементов) гидротехнических сооружений и участков основания, наиболее активно реагирующих на сейсмические (природные и техногенные) воздействия;
– уточнения параметров расчетных сейсмических воздействий (расчётных акселерограмм и спектров реакции);
– отслеживания изменений динамических характеристик ГТС в течение срока его эксплуатации.

Сейсмомониторинг осуществляется в непрерывном режиме. При регистрации сейсмособытий интенсивностью 5 баллов и выше, автоматически вырабатывается сообщение для оперативного персонала.

СПИСОК МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОЕКТА МОНИТОРИНГА

1.АО «RMG Copper». 39-й ярус ограждающей дамбы медно-пиритового хвостохранилища Маднеульского ГОКа. Проект эксплуатации хвостохранилища. Пояснительная записка и графическая часть, шифр 09-04-235-ПЭХХ, ООО «Мигруп Проект», г. С.-Петербург, 2024 г.

2.Рабочая документация на строительство ограждающей дамбы 39-го яруса с отметкой гребня 876 м, ООО «Мигруп Проект», г. С.-Петербург, 2024 г.

3.Технический отчет «Инженерно-геологические изыскания на территории мед-но-пиритового хвостохранилища Маднеули», ООО «Джеоинжиниринг» в 2020 г.

4.«Оценка сейсмической опасности и геофизические исследования Маднеульского хвостохранилища и примыкающей территории в поселке Казрети». Тбилисский государственный университет им. Иванэ Джавахишвили, Институт геофизики им. Михаила Нодиа. Тбилиси, 2018 г.

5.«Заключение по оценке устойчивости хвостохранилища АО «Маднеули». Лаборатория «Механики грунтов и устойчивости хвостохранилищ», СПбГПУ, г. Санкт-Петербург, 2011 г.

6.«Отчет по гидрометеорологическим изысканиям для ручьев Болис-Хеви и Усохелос-Хеви Маднеульского ГОКа». Институт «Кавказ-Гипроцветмет», г.Орджоникидзе, 1988 г.

7.Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов, шифр ПБ-03-438-02, утвержденных Госгортехнадзором России 28.01.02 г.

8.Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий «Производство инженерно-геологических и инженерно-геофизических изысканий (сейсмическое микрорайонирование) по существующему медно-пиритовому хвостохранилищу в республике Грузия». Шифр 20/195-ИГИ. ООО «Нефтегазпроектстрой», г. Ставрополь, 2021 г.

9.Технический отчёт по результатам дополнительных инженерно-геологических изысканий по объекту «Медно-пиритовое хвостохранилище Маднеульского ГОКа». Шифр 24/01/2023-ИГИ. ООО «Ставпроектстрой», г. Ставрополь, 2023 г.

10. Распоряжение Министерства экономического развития Грузии №1-1/609 от 17 апреля 2007 г. об утверждении «Правил безопасности минеральных и неминеральных полезных ископаемых, полезных ископаемых, агрегатных и минеральных заводов».

11. Инструкция о порядке ведения мониторинга безопасности гидротехнических сооружений предприятий, организаций, подконтрольных Госгортехнадзору России» (РД 03-259-98).

12. «Методические рекомендации по составлению проекта мониторинга гидротехнических сооружений на поднадзорных Госгортехнадзору России производствах, объектах и организациях» (РД 03-417-01).

13. «Инструкция о порядке определения критериев безопасности и оценки состояния гидротехнических сооружений накопителей жидких отходов на поднадзорных Госгортехнадзору России производствах, объектах и организациях» (РД 03-443-02).

ПРИЛОЖЕНИЕ А – ВЕДЕНИЕ МОНИТОРИНГА БЕЗОПАСНОСТИ ГТС

Объект мониторинга	Функция системы мониторинга по объекту	Содержание (объём) наблюдений	Определяемые параметры на объектах	Периодичность (сроки) наблюдений	Показатели состояния сооружения (критерии безопасности)	Лица, ответственные за выполнение наблюдений (структура)	Документация, где фиксируются результаты наблюдений	Аппаратура, инструменты, методика выполнения наблюдений	Цель проведения данного наблюдения (исследования)	Нормативный документ, предписывающий необходимость проведения наблюдений	Лицо, которому предоставляются данные по ведению мониторинга (структура)
Хвостохранилище (система складирования хвостов), оборотное водоснабжение											
Ограждающая дамба	Наблюдение за состоянием дамб и основанием Геотехконтроль грунтов тела и основания дамбы	Визуальные наблюдения - обход и замеры 1. Комиссионные осмотры общего состояния накопителя. 2. Наблюдения за состоянием откосов, гребня дамб и проездов.	Горизонт. и верт. деформации, трещины, оползни, промоины, суффозия грунтов	1. 2 раза в год. 2. Ежесуточно, в период паводков - ежесменно	См. табл. 3.5.1	Начальник хвостового хозяйства, Маркшейдерская служба	Журнал визуальных наблюдений за сооружениями (форма 2) Отчет по замерам деформаций (форма 7, 8) Журнал форма 6	Метр, мерная рейка, рулетка, теодолит, нивелир	Предотвращение разрушения дамбы	ПБ 03-438-02	Начальник обогатительной фабрики
		Инструментальные замеры Контроль генерального уклона низового откоса	Определение генерального уклона низового откоса дамбы	При возведении дамбы обваловования	См. табл. 3.5.1	Начальник хвостового хозяйства, Маркшейдерская служба	Журнал визуальных наблюдений за сооружениями (форма 2), исполнительная съёмка	Инструментальные замеры, нивелир, теодолит, съемка	Определение устойчивости дамбы		
		Геометрические параметры	Теодолитом, рулеткой	Не реже 1 раз в год. В период возведения - постоянно	См. табл. 3.5.1	Начальник хвостового хозяйства, Маркшейдерская служба	Журнал визуальных наблюдений за сооружениями (форма 2) Строительная исполнительная документация	Теодолит, рулетка	Обеспечение проектных размеров дамбы		
		Отметки гребня дамб обвалования	Нивелирование IV класса, с привязкой к опорной геодезической сети	1 раз в квартал	См. табл. 3.5.1	Начальник хвостового хозяйства, Маркшейдерская служба	Журнал контроля за осадками и горизонтальными смещениями ГТС (форма 7, 8)	Нивелир	Обеспечение геометрической неизменяемости ограждающей дамбы		
		Инструментальные замеры Положение кривых депрессии	Глубина воды в пьезометрах	1 раз в месяц	См. табл. 3.5.1. Ниже максимальных проектных значений	Начальник хвостового хозяйства Геотехническая служба	Сводная ведомость уровней воды в пьезометрах (форма 5)	Уровнемер, металлический диск с тросом	Исключение снижения коэф-та устойчивости и развития аварийной ситуации		
		Визуально-инструментальные наблюдения (текущий контроль). Толщина слоя намыва и оценка интенсивности намыва на участке	Визуально - по деревянным вешкам, или нивелиром - без привязки к опорной геодезической сети	После завершения намыва пляжей проектным слоем намыва	См. табл. 3.5.1. Соответствие толщины слоя намываемых хвостов величине годового намыва, установленной проектом эксплуатации	Начальник хвостового хозяйства, Маркшейдерская служба Геотехническая служба	Журнал квартального контроля намыва дамбы (форма 10)	Мерные вешки, нивелир	Обеспечение проектной технологии и отметки укладки хвостов		

Объект мониторинга	Функция системы мониторинга по объекту	Содержание (объём) наблюдений	Определяемые параметры на объектах	Периодичность (сроки) наблюдений	Показатели состояния сооружения (критерии безопасности)	Лица, ответственные за выполнение наблюдений (структура)	Документация, где фиксируются результаты наблюдений	Аппаратура, инструменты, методика выполнения наблюдений	Цель проведения данного наблюдения (исследования)	Нормативный документ, предписывающий необходимость проведения наблюдений	Лицо, которому предоставляются данные по ведению мониторинга (структура)
		Инструментальные и визуальные наблюдения ширины пляжа Топографическая съемка пляжей	1. Визуально по пикетажу хвостохранилища 2. Геодезическая съемка	1. В период возведения намывной дамбы 1 раз в декаду 2. 1 раз в квартал	См. табл. 3.5.1.	Начальник хвостового хозяйства, Маркшейдерская служба	Журнал квартального контроля намыва дамбы (форма 10)	Нивелир с дальномером, теодолит или кипрегель с планшетом	Обеспечение безопасное состояние хвостохранилища. Исключить возникновение аварийной ситуации. Контроль за укладкой хвостов на намывной пляж		
		Инструментальные наблюдения Поперечники по контрольным створам	Нивелирование с привязкой к опорной геодезической сети	Не реже 1 раза в 3 года	Не устанавливаются						
Ограждающая дамба	Наблюдение за состоянием дамб и основанием Геотехконтроль грунтов тела и основания дамбы	Инструментальные наблюдения Гранулометрический состав хвостов, механические характеристики 1. средневзвешенный диаметр частиц, мм 2. удельный вес, т/м^3	Контроль выполняется после завершения намыва в контрольных точках пляжа. В каждой точке вручную отбираются и маркируются по 0,5 кг хвостов верхнего слоя и передаются в лабораторию, где выполняется ситовой анализ, определение влажности и плотности в естественном состоянии	1 раз в год или через 1,0 м высоты намыва	Регламентируется проектом эксплуатации	Начальник хвостового хозяйства, Технологическая лаборатория Геотехническая служба	Журнал контроля качества грунтов, намытых в ограждающую дамбу (форма 12)	В соответствии с регламентом проведения лабораторных исследований	Контроль за фракционированием хвостов на пляже	ПБ 03-438-02	Начальник обогатительной фабрики
		Визуальные наблюдения-обход и замеры Укладка хвостов в намывную дамбу хвостохранилища	Внешний осмотр работниками эксплуатации	Ежесуточно	Отсутствие размывов основания пульповода и проездов	Технологическая лаборатория	Журнал визуальных наблюдений (форма 2)	-	Контроль за укладкой хвостов хвостохранилища		
Отстойный пруд	Наблюдение за состоянием пруда	Измерение глубины пруда Контроль объема воды	Объем воды в отстойном пруду	1 раз в квартал	Регламентируется проектом эксплуатации	Начальник хвостового хозяйства, Маркшейдерская служба	Годовой отчет раздел "Отстойный пруд"	Лот, промерный трос	Обеспечение необходимого осветления оборотной воды	ПБ 03-438-02	Начальник обогатительной фабрики
		Инструментальные замеры Контроль отметки горизонта воды	Отметки горизонта воды	Ежесуточно	В соответствии с проектом	Начальник хвостового хозяйства, Маркшейдерская служба	Журнал наблюдений за уровнями воды в накопителях (форма 3)	Замеры по водомерной рейке	Исключение аварийного переполнения		
		Инструментальные замеры Проверка нуля водомерной рейки	Проверка нуля водомерной рейки	1 раз в год	По ПБ 03-438-02	Начальник хвостового хозяйства, Маркшейдерская служба	Составление акта	Относительно опорного репера	Исключение аварийного переполнения		
		Химический анализ Контроль качества осветленной воды	Качество осветленной воды	2 раза в месяц	Соответствие требованиям технологического процесса	ОТК	Журнал учета общего химического анализа воды (форма 15)	Батометр	Обеспечение качества оборотной воды		

Взам. Инв.

Подп. и дата

Инв. подл.

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Объект мониторинга	Функция системы мониторинга по объекту	Содержание (объём) наблюдений	Определяемые параметры на объектах	Периодичность (сроки) наблюдений	Показатели состояния сооружения (критерии безопасности)	Лица, ответственные за выполнение наблюдений (структура)	Документация, где фиксируются результаты наблюдений	Аппаратура, инструменты, методика выполнения наблюдений	Цель проведения данного наблюдения (исследования)	Нормативный документ, предписывающий необходимость проведения наблюдений	Лицо, которому предоставляются данные по ведению мониторинга (структура)
КИА											
Наблюдательные марки (реперы) и пьезометры. Опорный репер.	Инструментальные наблюдения	1. Планово-высотное положение КИА 2. Поверка опорного репера	Нивелирование II класса точности с привязкой к опорной государственной сети	1. 1 раз в год 2. 1 раз в 5 лет	Отклонение от результатов предыдущей съемки (ошибка) не более 5 мм	Начальник хвостового хозяйства, Маркшейдерская служба	Журнал контроля за осадками и горизонтальными смещениями (форма 8)	Нивелир	Обеспечение точности выполнения геодезических наблюдений	ПБ 03-438-02	Начальник обогатительной фабрики
	Визуальные наблюдения	Техническое состояние пьезометров, наблюдательных марок, реперов	Внешний осмотр работниками службы эксплуатации хвостового хозяйства	Еженедельно	Отсутствие внешних признаков нарушений в состоянии конструкций, забивки водоприемников, сдвигов выступающих частей КИА	Начальник хвостового хозяйства Геотехническая служба	Журнал визуальных наблюдений (форма 2)	-	Обеспечение точности выполнения геодезических наблюдений		
Система гидротранспорта хвостов											
Пульпонасосная станция	Визуальные наблюдения	Визуальный осмотр Наблюдения за целостностью здания	Наличие повреждений, трещин и пр.	1 раз в полгода	Отсутствие повреждений, трещин, протечек и пр.	Начальник хвостового хозяйства	Журнал визуальных наблюдений (форма 2) и в акте	По приборам контроля, визуально	Предотвращение аварийной остановки гидротранспорта	ПБ 03-438-02	Начальник обогатительной фабрики
	Визуальные наблюдения	Визуальный осмотр и по приборам. Техническое состояние насосов и арматуры	Динамика пуска и остановок оборудования, переключений на резервные насосы и т.д. Нагрузка эл.двигателей работающих насосов Частота вращения регулируемых эл.двигателей Давление технической воды, подаваемой на гидроуплотнение насосов Наработка грунтовых насосов Наработка ниток пульпопроводов Давление в пульпопроводе на входе и выходе из землесоса Время работы оборудования, срок износа деталей, показания приборов	Ежесменно	Соответствие паспортным данным насосов и арматуры	Дежурный машинист насосов	Журналы учета работы оборудования	КИП насосных станций	Предотвращение аварийной остановки насосного оборудования		
	Инструментальные наблюдения	Инструментальные замеры Износ стенок трубопроводов	Степень износа толщины стенок трубопроводов	1 раз в месяц	См. табл. 3.5.1.	Начальник хвостового хозяйства	Журнал измерений толщины стенок пульповодов (форма 14)	Ультрозвуковой толщиномер	Обеспечение работоспособности труб, исключение разрывов трубопроводов		

Объект мониторинга	Функция системы мониторинга по объекту	Содержание (объём) наблюдений	Определяемые параметры на объектах	Периодичность (сроки) наблюдений	Показатели состояния сооружения (критерии безопасности)	Лица, ответственные за выполнение наблюдений (структура)	Документация, где фиксируются результаты наблюдений	Аппаратура, инструменты, методика выполнения наблюдений	Цель проведения данного наблюдения (исследования)	Нормативный документ, предписывающий необходимость проведения наблюдений	Лицо, которому предоставляются данные по ведению мониторинга (структура)
Магистральные и распределительные пульповоды, аварийные сбросы	Визуальные наблюдения	Визуальный осмотр Наблюдения за состоянием, целостностью и исправностью трубопроводов, арматуры и эстакад	Наличие повреждений, течи в стыках, деформаций, наклона опор и пр.	Ежесуточно	См. табл. 3.5.1.	Начальник хвостового хозяйства	Журнал визуальных наблюдений (форма 2)	Замеры простейшими приспособлениями и визуально	Обеспечение безаварийной работы пульповодов	ПБ 03-438-02	Начальник обогатительной фабрики
	Инструментальные наблюдения	Инструментальные замеры Износ стенок трубопроводов	Степень износа толщины стенок трубопроводов	1 раз в квартал	Минимальная допустимая толщина стенок 4 мм	Начальник хвостового хозяйства	Журнал измерений толщины стенок пульповодов (форма 14)	Ультрозвуковой толщиномер	Обеспечение работоспособности труб, исключение разрывов трубопроводов		
	Визуальные наблюдения Инструментальные наблюдения	1. Визуальный осмотр, 2. Нивелирование Проектное положение трассы трубопроводов	Наличие прогибов, осадок, деформации.	1. Ежесуточно 2. 1 раз в 2 года	Проектное положение	Начальник хвостового хозяйства, Маркшейдерская служба	Журнал визуальных наблюдений (форма 2)	Визуально Нивелир, теодолит	Исключение разрыва пульповодов из-за прогибов и осадок		
Система оборотного водоснабжения											
Сооружения оборотного водоснабжения	Визуальные наблюдения	Визуальный осмотр плавучей насосной станции	Исправность конструкции станции	1 раз в неделю	Проектное положение	Начальник хвостового хозяйства	Журнал визуальных наблюдений (форма 2)	Замеры вручную, визуально	Исключение аварийных ситуаций	ПБ 03-438-02	Начальник обогатительной фабрики
	Визуальные наблюдения Инструментальные наблюдения	Исправность оборудования, наличие течей соединений труб и арматуры, целостность и исправность водоводов	Ультразвуковым толщиномером в произвольных точках, наиболее подверженных износу или сверлением и замером штангенциркулем при остановленной системе	Ежесменно Ревизия-1 раз в квартал	Толщина стенок труб - в соответствии с проектом	Начальник хвостового хозяйства	Журнал измерений толщины стенок пульповодов (форма 14)	Ультразвуковой толщиномер	Предотвращение порывов трубопроводов и остановки системы оборотного водоснабжения		
			Наличие повреждений, трещин, протечек и пр.		Отсутствие повреждений, трещин, протечек и пр.	Начальник хвостового хозяйства	Журнал визуальных наблюдений (форма 2) и акт	По приборам контроля, визуально	Предотвращение аварийной остановки НСОВ		
			Время работы оборудования, срок износа деталей		Соответствие паспортным данным насосов и арматуры	Дежурный машинист насосов	Журналы учета работы оборудования	КИП насосной станции	Предотвращение аварийной остановки насосн. оборудования		
Насосная станция оборотного водоснабжения	Инструментальные наблюдения	Инструментальные замеры Контроль параметров работы системы	Давление на всасе и напоре рабочих насосов Расход оборотной воды	Ежесменно	Соответствие паспортным данным насосов и оборудования, требованиям технологических процессов ОФ	Дежурный машинист насосов	Таблица контроля за технологическим процессом оборотного водоснабжения	Манометры Расходомер	Определение технических характеристик существ. насосного оборудования	ПБ 03-438-02	Начальник обогатительной фабрики
	Инструментальные наблюдения	Инструментальные замеры Наблюдения за химическим составом	Химический состав оборотной воды	2 раза в месяц	В соответствии с требованиями технологического процесса	ОТК	Журнал учета общего химического анализа воды (форма 15)	Приборами в лаборатории	Обеспечение необходимой степени осветления, содержания хим. элементов		

Объект мониторинга	Функция системы мониторинга по объекту	Содержание (объём) наблюдений	Определяемые параметры на объектах	Периодичность (сроки) наблюдений	Показатели состояния сооружения (критерии безопасности)	Лица, ответственные за выполнение наблюдений (структура)	Документация, где фиксируются результаты наблюдений	Аппаратура, инструменты, методика выполнения наблюдений	Цель проведения данного наблюдения (исследования)	Нормативный документ, предписывающий необходимость проведения наблюдений	Лицо, которому предоставляются данные по ведению мониторинга (структура)
Водоводы оборотной воды	Визуальные наблюдения	Состояние трассы Проектное положение трассы трубопроводов	Техническое состояние водоводов, запорной арматуры	1 раз в месяц	Проектное положение, состояние	Дежурный машинист насосов	Журнал визуальных наблюдений (форма 2)	Визуально	Определение состояния трубопроводов	ПБ 03-438-02	Начальник обогатительной фабрики
Система дренажных сооружений											
Дренажный канал	Наблюдение за состоянием сооружения, контроль воды	Обход, визуальные наблюдения и замеры Наблюдения за состоянием и целостностью	Оплывание откосов, размыв дна, высота заиления	Ежесуточно	См. табл. 3.5.1.	Начальник хвостового хозяйства Геотехническая служба	Журнал визуальных наблюдений (форма 2)	Визуально	Исключение переполнения и переливов	ПБ 03-438-02	Начальник обогатительной фабрики
		Инструментальные замеры Контроль глубины воды в дренажной емкости	Глубина воды в дренажной емкости	1 раз в месяц	Уровень воды ниже на 0,25 м от бровки дренажной емкости		Журнал формы 3	Водомерная рейка			
		Химический анализ Наблюдения за химическим составом	Химический состав дренажных вод	Ежемесячно	-	ОТК, Природоохранная служба	Журнал учета общего химического анализа воды (форма 15)	Лаборатория комбината, батометр	Определение содержания хим. элементов и кол-ва взвесей		
		Наблюдения и замеры Контроль за уровнем воды	Уровень воды в канаве	Ежесуточно	Уровень воды ниже на 0,25 м от бровки дренажной канавы	Начальник хвостового хозяйства	Журнал формы 3	Измерительные приспособления			
Дренажная насосная станция	Наблюдение за состоянием сооружения	Визуальный осмотр Наблюдения за исправностью оборудования	Техническое состояние насосов и арматуры, время работы оборудования в межремонтный период, срок износа деталей	Ежесменно	В соответствии с паспортными данными оборудования	Начальник хвостового хозяйства	Учет по записям в журналах работы оборудования	По приборам контроля (уровнемер и манометр)	Исключение переполнения дренажных канав и размыва дамбы хвостохранилища	ПБ 03-438-02	Начальник обогатительной фабрики
		Инструментальные замеры Контроль параметров работы системы	Давление на напоре насосов	Ежесменно	В соответствии с паспортными данными оборудования	Дежурный машинист насосов	Учет по записям в журналах работы оборудования	Манометр			
			Расход дренажной воды	1 раз в месяц, в паводок-ежесуточно	В соответствии с проектом	Начальник хвостового хозяйства	Журнал формы 6	Вертушки, переносные расходомеры			
Технологические процессы											
Гидротранспорт хвостовой пульпы. Складирование хвостов в хвостохранилище	Контроль технологических параметров гидротранспорта	Инструментальные замеры Расход, консистенция пульпы, грансостав, плотность частиц хвостов, дальности транспортировки, отметки выхода и подачи пульпы	Измерение расходов, консистенции пульпы, отбор проб пульпы, определение грансостава и плотности частиц хвостов. Пикетирование трасс гидротранспорта, определение отметок выпуска и подачи пульпы, отметка гребня хвостов	1 раз в смену	В соответствии с проектными параметрами См. табл. 3.5.1	Начальник хвостового хозяйства, ОТК, Технологическая лаборатория	Журнал формы 9-12	-	Определение характеристик пульпы и технической пропускной способности сущ. оборудования	ПБ 03-438-02	Начальник обогатительной фабрики

Объект мониторинга	Функция системы мониторинга по объекту	Содержание (объём) наблюдений	Определяемые параметры на объектах	Периодичность (сроки) наблюдений	Показатели состояния сооружения (критерии безопасности)	Лица, ответственные за выполнение наблюдений (структура)	Документация, где фиксируются результаты наблюдений	Аппаратура, инструменты, методика выполнения наблюдений	Цель проведения данного наблюдения (исследования)	Нормативный документ, предписывающий необходимость проведения наблюдений	Лицо, которому предоставляются данные по ведению мониторинга (структура)
Осветление и оборот технической воды	Наблюдение за качеством оборотной воды	Инструментальные замеры химический состав, pH, содержание взвешенных частиц.	Химический состав, pH, содержание взвешенных частиц.	2 раза в месяц	В соответствии с требованиями технологического процесса	Начальник хвостового хозяйства, ОТК	Журнал (формы 6 и 11)	-	Определение содержания хим. элементов и кол-ва взвесей	ПБ 03-438-02	Начальник обогатительной фабрики
Охрана окружающей среды											
Атмосферный воздух	Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха	Отбор проб воздуха	Содержание и состав пыли в воздухе по химическим элементам, скорость, направление ветра	1 раз в весенне-летний период	ПДС, ПДК	Природоохранная служба	Акты	Пробоотборник пыли, фильтры, анеморумбометр	Определение степени влияния хвостохранилища на воздушный бассейн	ПБ 03-438-02	
Документация											
Документация	Контроль состояния документации	Комплектность, сохранность, соответствие нормативно-правовым требованиям, условия хранения	Регистрация поступления, выдачи, возврат документации	Постоянно	Сохранность, комплектность документации	Начальник хвостового хозяйства	Журнал учета хранимой, поступающей и выдаваемой документации Архив		Обеспечение качественного контроля за эксплуатацией ГТС	ПБ 03-438-02	Начальник обогатительной фабрики
Служба эксплуатации и группа мониторинга											
Служба эксплуатации и группа мониторинга	Контроль состояния и подготовки службы эксплуатации и группы мониторинга 1. Образование 2. Повышение квалификации 3. Аттестация	Укомплектованность персоналом согласно штатному расписанию. Техническая вооруженность. Квалификационный уровень. Исполнительская дисциплина	Уровень знаний по соответствующим профессиям персонала и квалификационным требованиям	Проверка знаний, инструкции-ежегодно, повторный инструктаж по безопасности труда 1 раз в 6 месяцев	В соответствии с программой	Начальник хвостового хозяйства, Архивариус	Протоколы, журнал, личное удостоверение	Экзамены, ответы на вопросы	Обеспечение квалифицированного обслуживания ГТС	ПБ 03-438-02	Начальник обогатительной фабрики

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – ФОРМЫ ЖУРНАЛОВ НАБЛЮДЕНИЙ

Все журналы наблюдений должны иметь титульный лист по формам 1 и 1а.

Формы полевых журналов для геодезических измерений и журналов контроля и учета работы насосного оборудования применяются общепринятые.

ФОРМА 1

(титульный лист журнала)

_____

(наименование организации)

ЖУРНАЛ

_____

(наименование журнала и объекта наблюдений)

Начат _____

Окончен _____

В настоящем журнале _____ пронумерованных и прошнурованных страниц

_____

ФОРМА 1А

(оборотная сторона титульного листа)

Ответственные за ведение журнала

Фамилия, имя, отчество	Должность	Дата назначения на должность	Подпись

ФОРМА 2

(Журнал визуальных наблюдений за сооружениями)

Дата наблюдений, состояние погоды (температура, снег, дождь и др.)	Участок наблюдений	Результаты наблюдений, фамилия и подпись наблюдателя	Меры по устранению недостатков и дефектов	Срок исполнения (должность и фамилия ответственного лица)	Отметка о выполнении
1	2	3	4	5	6

Примечания:
1. В графе 3 при наличии деформаций и повреждений даются их описание и зарисовки с указанием размеров, плановой и высотной привязки.
2. В графе 4 указывается должность, фамилия и подпись лица, сделавшего запись, дата.
3. В графе 6 указывается должность и подпись исполнителя, дата исполнения, должность и подпись лица, проверившего исполнение, дата проверки.

ФОРМА 3

(Журнал наблюдений за уровнями воды в прудке-отстойнике)

Дата и время	№ поста	№рейки	Отсчеты по рейке			Подпись наблюдателя
			минимум	максимум	средний	
…	…	…	…	…	…	…

Примечания:
1. Журнал ведется диспетчером (оператором) цеха или фабрики по данным ежедневных замеров, сообщаемых ему по телефону (рации) мастерами или непосредственно дежурными по объектам.

ФОРМА 4

(Журнал наблюдений за уровнями воды в пьезометрах)

Створ_____Пьезометр №_____

Дата замера	Отметка уровня воды в пруду, м	Отметка устья пьезометра, м	Расстояние от устья до уровня воды, м	Отметка пьезометрического уровня, м		Длина надводного пляжа в районе створа в день замера, м	Примечание
				фактич.	по проекту		
1	2	3	4	5	6	7	8

Примечания:
1. В графу 4 вносится среднее значение из трех замеров, отличающихся друг от друга не более чем на 2 см.
2. В графе 6 проставляется заданная в проекте отметка уровня в пьезометре для данной очереди заполнения наливного накопителя или яруса намыва намывного накопителя.
3. Графа 7 нужна только для намывных накопителей.
4. В графе 8 для намывного накопителя указывается время в сутках (по журналу ежедневного контроля за намывом дамбы) от дня окончания намыва в районе пьезометрического створа до дня проведения замеров. Запись производится, если намыв ведется в день замеров или со дня его окончания прошло менее семи суток.

ФОРМА 5

(Сводная ведомость уровней воды в пьезометрах)

Дата замера	Отметка уровня воды в пруду, м	Нумерация пьезометров по створам наблюдений							
		Створ 1, ПК...				Створ 2, ПК...			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Примечания:

1. Количество граф для каждого створа принимается равным количеству пьезометров, предусмотренных проектом.
2. Ведомость заполняется по данным формы 4.
3. В каждом створе номера пьезометров вносятся в таблицу последовательно, начиная с нижнего бьефа сооружения.

ФОРМА 6

(Журнал замеров расходов фильтрационной воды)

Дата замера	Место замера	Водослив		Объемный способ			Температура воды,°С	Содержание взвесей, мг/л	Фамилия и подпись исполнителя
		Напор на водосливе, см	Расход, л/с	Объем сосуда, л	Время наполнения, с	Расход, л/с			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ФОРМА 7

(Журнал контроля за осадками ГТС)

Номер створа КИА пикет	Обозначение и номер марки (репера)	Номера циклов измерений								
		1		2			3			и т.д.
		Дата изм.	Абс. отм. марки, мм	Дата изм.	Абс. отм. марки, мм	(6)-(4) (6)-(4)	Дата изм.	Абс. отм. верха марки, мм	(9)-(6) (9)-(4)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Примечание. Перемещение вниз от первоначального положения берется со знаком минус (-), а вверх - со знаком плюс (+).

ФОРМА 8

(Журнал контроля за горизонтальными смещениями ГТС)

Номер створа, пикета	Обозначение и номер марки (репера)	Циклы измерений						
		1		2				3
		Дата измерений	Координаты X У	Дата измерений	Координаты X У	Смещения, мм		Дата измерений
						между смежными циклами (6)-(4)	от начала измерений, мм (6)-(4)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

ОКОНЧАНИЕ ФОРМЫ 8

3			и т.д.
Координаты X У	Смещения, мм		
	между смежными циклами (10) - (6)	от начала измерений, мм (10) - (4)	
10	11	12	13

ФОРМА 9

(Журнал учета работы пульповыпусков)

Номера пульповыпусков	1		2		3		4		и т.д.	
Дата и время начала (Н) и окончания (О) работы выпусков	Н	О	Н	О	Н	О	Н	О	Н	О
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Примечание. Номера сосредоточенных выпусков записываются с буквой «С», например: 1С, 2С, … .

ФОРМА 10

(Журнал квартального контроля намыва дамбы)

Номера поперечников и их пикетаж	Квартал года															
	I					II				III				IV			
	Горизонт воды в пруду, м	Отметка гребня дамбы обвалования	Отметка пляжа у дамбы обвалования	Длина пляжа, м												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Инструкция по составлению журнала формы 10

1. Настоящий журнал является обязательным накопительным документом, предназначенным для контроля намыва дамбы в течение всего срока эксплуатации накопителя.
2. Журнал заполняется на конец каждого квартала по данным маркшейдерских съемок, включающих:
а) план обвалования последнего яруса намыва по всей длине дамбы от бровки низового откоса до уреза воды в пруду с расположением распределительных пульповодов и сосредоточенных выпусков, с указанием их диаметров и номеров рассредоточенных пульповыпусков, створов КИА (КИП) и других закрепленных поперечников; по длине дамбы должен быть нанесен пикетаж;
б) продольный профиль по гребню обвалования намываемого яруса;
в) сечения по закрепленным поперечникам.
3. На продольном профиле отметки гребня дамбы обвалования должны быть приведены на каждом пикете и в местах перепада отметок в 200 мм и более.
На поперечных сечениях должны быть нанесены горизонт воды в пруду и отметки надводного пляжа у верхового откоса дамбы обвалования, в точке резкого перелома профиля пляжа, если она расположена ближе 25 м от верхового откоса, и далее через 25 м на доступной для прохода людей длине пляжа.
4. Таблица квартального контроля подписывается начальником цеха (участка) и маркшейдером, выполнившим съемку, и должна храниться в соответствии с указаниями пп. 3.2 и 3.5 настоящих Правил.

ФОРМА 11

(Журнал контроля характеристик пульпы)

Дата отбора пробы	Номер пробы	Место отбора пробы	Характеристики пульпы в месте замера		Плотность частиц грунта, т/м³	Гранулометрический состав (%) частиц диаметром, мм									Средневзвешенный диаметр, мм
			Расход, м3 /с	Т : Ж по массе		>2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	<005	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Примечания:
1. Отбор и анализ проб пульпы производит лаборатория фабрики.
2. В графе 3 при отборе проб из пульповыпусков указывается номер и диаметр выпуска и каким по счету из числа одновременно работающих выпусков он является во время отбора пробы.

ФОРМА 12

(Журнал контроля качества грунтов, намытых в накопитель)

Дата отбора проб	Номер пробы	Дата анализа	Место отбора проб			Процентное содержание частиц диаметром, мм								Плотность грунта, т/м^3	Влажность (доли единиц)	Плотность сухого грунта, т/м^3	Плотность минеральной части грунта, м/м^3	Пористость, %
			Пикет	Расстояние от оси дамбы обвалования до точки отбора пробы, м	Абсолютная отметка, м^2	> 2	2 - 1	1 - 0,5	0,5 - 0,25	0,25 - 0,1	0,1 - 0,05	0,05 - 0,01	0,01 - 0,005	< 0,005					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Примечание. Плотность минеральной части грунта принимается средняя по трем пробам, отобранным по длине пляжа в одном из контрольных поперечников.

ФОРМА 14

(Журнал измерений толщины стенок пульповодов)

Дата замера	Номер пульповода	Пикет	Толщина стенки в контрольных точках поперечного сечения пульповода, мм						Схема расположения контрольных точек
			1	2	3	4	5	6	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ФОРМА 15

(учета общего химического анализа воды)

Организация _____

Лаборатория _____

Дата отбора пробы _____

Дата поступления в лабораторию _____

Дата начала анализа _____

Дата окончания анализа _____

АНАЛИЗ ВОДЫ № _____

(п/п, по ведомости)

Организация, объект, месторождение и др. _____

_____

Номер пробы (по ведомости) _____

Место отбора пробы (выработка, пост, скважина и др.) _____

_____

Дебит, м ^{3}/ч _____

Глубина взятия пробы _____

Водоносный горизонт _____

Краткая характеристика водовмещающих пород и их геологический индекс _____

_____

Условия и методика отбора и консервация пробы _____

Наблюдались ли выделения пузырьков газа _____

Температура воды при взятии пробы _____

Количество воды, присланной на анализ _____
Фамилия отбиравшего пробу _____
Примечания: _____

Катионы	Содержание в литре			Другие определения	
	мг	мг-экв.	проц., мг-экв.	pH	
1	2	3	4	5	6
Ca^{2+}				CO_2 агрессивн. эксперим.	мг/л
$M_{\tilde{e}}^{2+}$				Окисляемость	мг/л по O_2
Fe^{2+}				ХПК	мг/л по O_2
NH^{+}				ПАЛ	мг/л
$K^{+} + Na^{+}$				ПАВ	мг/л
				Нефтепродукты	мг/л
				Взвешенные вещества	мг/л
				Силикаты: SiO_2	мг/л
				Fe общее	мг/л
				Fe^{3+}	
Итого			100	Сероводород	
				Сухой остаток при t = 105°	мг/л
Анионы	Содержание в литре				
	мг	мг-экв.	мг/л	Прокаленный остаток	мг/л
SO_4				Минерализация	мг/л
HCO_3				Физич. свойства при взятии пробы	
CO_3 Cl NO_2 $N0_3$			мл/л	Прозрачность _____	
				Вкус _____	
				Цвет _____	
				Запах _____	
				Осадок _____	
				Изменение при стоянии _____	
Итого			100		

Формула солевого состава воды:

_____

Примечание: _____

_____

$K^{+} + Na^{+}$ - вычислено по разности, определено экспериментально (нужное подчеркнуть).
Суммировано 1/2 HCO_3 мг/л
Аналитик _____ Дата _____
Руководитель химлаборатории _____

ФОРМА 16

(Журнал ведомости химических анализов проб воды по объекту)

Номер пробы	Организация, объект, место отбора проб, тип водоисточника, водоносный горизонт	Дата отбора пробы	pH*	Содержание ионов, цифры: верхняя - мг/л, средняя - мг-экв./л, нижняя - проц., мг-экв.					
				HCO_3	SO_4	Cl^-	NO_2	NO_3	Ca^{2+}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Продолжение формы 16

				Минерализация	Компоненты, мг/л			
Mg^{2+}	$K^+ + Na^+$	NH_4	Fe^{2+}	Сухой остаток, мг/л	Fe^{3+}	SiO_2	Взвеси	$\frac{CO_2^{агр}}{CO_2^{аг}}$
11	12	13	14	15	16	17	18	19

Окончание формы 16

				Примечание
Окисляемость, мг/л, по O_2	Нефтепродукты	ПАВ	H_2S, мг/л	
20	21	22	23	24

* При pH > 8,3 содержание $(CO_3)^{2-}$ - в примечании.

ФОРМА 17

(Журнал ведомости содержания микрокомпонентов в воде)

Номер пробы	Организация, объект, место отбора пробы, тип водоисточника, водоносный горизонт	Дата отбора пробы	Содержание микрокомпонентов, мг/л						
			F^-	Cu^{2+}	Mn^{2+}	Pb^{2+}	Zn^{2+}	Cr^{6+}	Ni^{2+}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Окончание формы 17

Ca^{2+}	Tl	$P_{общ}$	U	Br^-	J^-	Al^{3+}	Va^{6+}			
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	…

Дата _____ Аналитик _____

Руководитель лаборатории _____

Примечание. Состав подлежащих определению компонентов и микрокомпонентов задается проектом и может уточняться органами охраны природы.

Условные обозначения

- B1 — Трубопровод слива воды, DN500
- B2 — Наземный трубопровод слива воды, DN150
- B3 — Водозаборный трубопровод (от реки Машавера), DN500
- Водовод оборотной воды, DN500
- Пульповод, DN400
- P38' — Пьезометр и его номер
- R38' — Репер, его номер
- Фонарь на столбе
- ЛЭП

Отстойный пруд 180 тыс. м²
Отм. уреза воды 858.10 м
(по состоянию на 08.01.2024 г.)

Согласовано | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Формат: А1