

Заказчик – АО «Ковдорский горно-обогатительный комбинат»

## **Хвостовое хозяйство Ковдорского ГОКа. Реконструкция**

### **ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений**

**Подраздел 7. Технологические решения**

Книга 1. Текстовая часть

**5102-19025-П-01-ИОС.ТХ1**

**Том 5.7.1**

**2022**

Заказчик – АО «Ковдорский горно-обогатительный комбинат»

## **Хвостовое хозяйство Ковдорского ГОКа. Реконструкция**

### **ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений**

**Подраздел 7. Технологические решения**

Книга 1. Текстовая часть

**5102-19025-П-01-ИОС.ТХ1**

**Том 5.7.1**

Директор по проектированию

В.А. Немцев

Главный инженер проекта

Е.А. Семушина

**2022**




Обозначение	Наименование	Кол-во стр.	Примечание
5102-19025-П-01-ИОС.ТХ1-С	Содержание тома 5.7.1	1	
5102-19025-П-01-ИОС.ТХ1-ТЧ	Текстовая часть	248	

Общее количество листов – 249

Согласовано	

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

						<b>5102-19025-П-01-ИОС.ТХ1-С</b>			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разработал		Антропкин			15.06.22	Содержание тома 5.7.1	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Вушкина			15.06.22		П		1
Нормоконтролер		Евсеева			15.06.22		 <b>ЕВРОХИМ</b> ООО «ЕВРОХИМ - ПРОЕКТ»		

## Хвостовое хозяйство Ковдорского ГОКа. Реконструкция

Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений

## Подраздел 7. Технологические решения

## Книга 1. Текстовая часть

**Текстовая часть****РАЗРАБОТАНО:**

Должность	Подпись	Дата	И.О. Фамилия
Руководитель проектов по гидротехническим сооружениям		15.06.2022	М.С. Высоцкий
Главный специалист		15.06.2022	В.В. Антропкин
Главный специалист		15.06.2022	О.Е. Вушкина
Ведущий инженер		15.06.2022	М.Д. Фирсанова
Инженер 2 категории		15.06.2022	А.С. Курочкин

**СОГЛАСОВАНО:**

Должность	Подпись	Дата	И.О. Фамилия
Нормоконтролёр		15.06.2022	Е.В. Евсеева

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	1
------	---	---

## Содержание

Обозначения и сокращения .....	8
<b>1 Введение .....</b>	<b>10</b>
1.1 Основание для проектирования .....	10
1.2 Цели и задачи .....	10
1.3 Исходные данные для проектирования .....	10
<b>2 Общие сведения .....</b>	<b>12</b>
2.1 Топография района .....	13
2.2 Природно-климатические условия .....	14
2.3 Гидрогеологические и гидрологические условия .....	18
2.4 Инженерно-геологические условия .....	21
2.4.1 Ограждающая дамба .....	22
2.4.2 Прочие объекты хвостового хозяйства.....	25
2.4.3 Узлы учета .....	29
2.5 Сейсмические условия .....	31
2.6 Влияние технологических взрывов в карьере рудника «Железный» на ограждающие дамбы .....	31
<b>3 Состав объектов хвостового хозяйства .....</b>	<b>32</b>
3.1 Ограждающие дамбы № 1, № 4.....	33
3.2 Дамбы карты № 1 (ЭК) и карты № 2 .....	34
3.3 Система гидотранспорта.....	35
3.4 Система обратного водоснабжения .....	36
3.5 Система дренажа и водоотведения .....	37
3.6 Обследование объектов хвостового хозяйства.....	38
3.6.1 Обследование гидротехнических сооружений хвостового хозяйства .....	38
3.6.2 Обследование пульповодов от ПНС-1А до хвостохранилища .....	38
3.6.3 Обследование дренажной насосной станции (ДНС) .....	39

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>2</b>
-------------	---	----------

<b>4</b>	<b>Реконструкция объектов хвостового хозяйства .....</b>	<b>40</b>
4.1	2 поле хвостохранилища.....	41
4.1.1	Ограждающая дамба .....	41
4.1.2	Расчетное обоснование конструкции ограждающей дамбы.....	46
4.1.3	Решения по рекультивации 2 поля хвостохранилища по окончанию эксплуатации .....	47
4.2	Повысительная пульпонасосная станция (ПНС-2).....	50
4.3	Магистральные и распределительные пульповоды от ПНС-2 до 2 поля хвостохранилища .....	55
4.4	Пульпопровод от АБОФ до ПНС-2.....	60
4.5	Аварийная емкость № 1 и № 2.....	62
4.6	Система оборотного водоснабжения .....	64
4.6.1	Шандорный колодец .....	65
4.6.2	Водоподводящие железобетонные коллекторы.....	67
4.6.3	Насосная станция оборотного водоснабжения НОВ-3.....	69
4.6.4	Водоводы оборотного водоснабжения от НОВ-3 до существующей трассы.....	73
4.6.5	Узлы переключения водоводов от НОВ-3 и от ДНС.....	74
4.7	Водосбросная труба от НОВ-3 во вторичный отстойник .....	75
4.8	Дренажная насосная станция (ДНС) .....	76
4.9	Маркизова лужа .....	78
4.10	Вторичный отстойник. Водосброс № 1 и № 2 .....	79
4.11	Узел учета № 1, № 2, № 3, № 4 с коллектором .....	82
4.12	Сводная ведомость объемов работ .....	84
<b>5</b>	<b>Технология складирования хвостов.....</b>	<b>85</b>
5.1	Описание технологического процесса обогащения руд МАР, МЖАР, АШР.....	85
5.2	Технологическая схема заполнения в планируемый период эксплуатации .....	89
5.3	Водный баланс.....	90

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>3</b>
-------------	---	----------

5.4	Пропуск паводков малой обеспеченности .....	92
5.5	Сведения о расчетной численности, профессионально квалификационном составе работников с распределением по группам производственных процессов, числе рабочих мест и их оснащенности.....	93
5.6	Техника и механизмы .....	94
<b>6</b>	<b>Мониторинг безопасности ГТС.....</b>	<b>96</b>
6.1	Основные функции системы мониторинга безопасности ГТС .....	96
6.2	Состав и объем ведения натуральных наблюдений.....	97
6.3	Перечень контролируемых показателей.....	101
6.4	Состав контрольно-измерительной аппаратуры .....	101
6.4.1	Действующая КИА.....	101
6.4.2	Проектируемая КИА.....	102
6.5	Эксплуатация и ведение мониторинга безопасности ГТС в сложных и чрезвычайных ситуациях.....	104
6.6	Порядок подготовки и обучения эксплуатационного персонала ..	104
<b>7</b>	<b>Критерии безопасности ГТС.....</b>	<b>106</b>
7.1	Основные понятия безопасности ГТС.....	106
7.2	Критерии безопасной эксплуатации хвостохранилища .....	108
<b>8</b>	<b>Ссылочные документы и библиография .....</b>	<b>113</b>
8.1	Ссылочные нормативные документы.....	113
Приложение А	Акт предпроектного обследования гидротехнических сооружений хвостового хозяйства АО «Ковдорский ГОК».....	115
Приложение Б	Гидравлический расчет водосбросов для организации перелива между первой и второй секциями вторичного отстойника.....	136
Приложение В	Расчет прочности конструкции водосброса №1 вторичного отстойника.....	143
Приложение Г	Гидравлический расчет системы оборотного водоснабжения на пропуск паводковых расходов. Расчет пропускной способности шандорного колодца .....	160

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>4</b>
-------------	---	----------

Приложение Д	Гидравлический расчет расходомерных водосливов узлов учета .....	173
Приложение Е	Водный баланс 2 поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК» на 2022 – 2045 гг. ....	176
Приложение Ж	Сводная общая расчетная списочная численность персонала цеха хвостового хозяйства (ЦХХ) Ковдорского ГОКа с учетом реконструкции и строительства новых объектов .....	177
Приложение И	Качественно-количественные схемы обогащения руд МАР, МЖАР и АШР .....	182
Приложение К	Документы по классу опасности хвостов.....	187
Приложение Л	Расчетное обоснование конструкции ограждающей дамбы .....	199

### Перечень таблиц

2.1 – Средние значения температуры воздуха (°С).....	15
2.2 – Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с).....	15
2.3 – Повторяемость направления ветра и штилей на ГМС Ковдор .....	15
2.4 – Максимальная скорость ветра, 10-мин осреднение (м/с) .....	15
2.5 – Основные климатические характеристики .....	17
2.6 – Расчётные среднегодовые расходы .....	21
2.7 – Расчётные максимальные расходы .....	21
4.1 – Основные параметры ограждающей дамбы .....	41
4.2 – Ведомость основных объемов работ по ограждающей дамбе .....	45
4.3 – Результаты расчетов устойчивости откосов ограждающей дамбы.....	46
4.4 – Ведомость основных объемов работ по рекультивации .....	49
4.5 – Перечень технологического оборудования ПНС-2 .....	52
4.6 – Расчётные данные по гидротранспорту .....	56
4.7 – Исходные данные для расчета толщины стенки пульповода .....	58
4.8 – Объемы работ по магистральным и распределительным пульповодам от ПНС-2 до 2 поля хвостохранилища .....	59
4.9 – Объемы работ по пульповоду от АБОФ до ПНС-2 .....	61

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>5</b>
-------------	---	----------

4.10 – Объемы работ по аварийной емкости № 1, № 2 и дренажу.....	63
4.11 – Грузоподъемное оборудование и объемы земляных работ по шандорному колодцу .....	66
4.12 – Объемы земляных работ по водоподводящим коллекторам .....	68
4.13 – Перечень технологического оборудования НОВ-3 .....	71
4.14 – Объемы работ по водоводам оборотного водоснабжения .....	74
4.15 – Объемы работ по водосбросной трубе от НОВ-3 во вторичный отстойник .....	75
4.16 – Перечень технологического оборудования ДНС .....	77
4.17 – Объемы работ по реконструкции Маркизовой лужи .....	79
4.18 – Объемы работ по водосбросу №1 и №2 вторичного отстойника	81
4.19 – Расходы основного и поверочного расчетных случаев для узлов учета .....	82
4.20 – Объемы работ по узлам учета № 1, № 2, № 3, № 4 с коллекторами .....	84
5.1 – Баланс укладки хвостов по годам эксплуатации.....	90
5.2 – Расчётные максимальные расходы различной обеспеченности... ..	92
5.3 – Эксплуатационная техника хвостового хозяйства АО «Ковдорский ГОК» .....	94
6.1 – Состав, наименование и способы измерений показателей ГТС АО «Ковдорский ГОК», контролируемых в процессе мониторинга .....	99
6.2 – Состав действующей КИА .....	102
6.3 – Состав КИА ограждающей дамбы по контрольным створам .....	102
7.1 – Критерии безопасности количественных диагностических показателей состояния сооружений .....	108
7.2 – Критерии безопасности качественных диагностических показателей состояния сооружений.....	110

## Перечень рисунков

2.1 – Обзорная карта-схема расположения Ковдорского ГОКа .....	13
2.2 – 2 поле хвостохранилища .....	14
2.3 – Роза ветров г. Ковдор .....	16

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>6</b>
-------------	---	----------

---

2.4 – Схема гидрографической сети района .....	20
4.1 – Типовое поперечное сечение обводного канала .....	48
4.2 – Кривые пропускной способности шандорного колодца при различных напорах .....	67

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>7</b>
-------------	---	----------



## Обозначения и сокращения

В документации приняты следующие обозначения и сокращения:

Обозначение, сокращение	Расшифровка
АБОФ	апатито-бадделеитовая обогатительная фабрика
АО	акционерное общество
АШР	апатит-штаффелитовая руда
БАМР	бадделеит-апатит-магнетитовая руда
ГМС	гидрометеостанция
ГОК	горно-обогатительный комбинат
ДНС	дренажная насосная станция
ЖРК	железорудный концентрат
ИГЭ	инженерно-геологические элементы
МАР	магнетитовая и апатитовая руда
МЖАР	маложелезистая апатитовая руда
ММС	мокрая магнитная сепарация
МОФ	магнито-обогатительная фабрика
НОВ	насосная станция оборотного водоснабжения
ОФ	обогатительная фабрика
ПБ	правила безопасности
ПД	проектная документация
ПНС	пульпонасосная станция
ТУ	технические условия
УХХ	участок хвостового хозяйства
ЦХХ	цех хвостового хозяйства
ЭК	экспериментальная карта
км	километр
кПа	килопаскаль
м	метр
мм	миллиметр
мес.	месяц
млн.	миллион
отм.	отметка
пог.	погонный
поз.	позиция
р.	река
руч.	ручей
скв.	скважина
см	сантиметр

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>8</b>
-------------	---	----------

с	секунда
сут.	сутки
т	тонна
тыс.	тысяча
шт.	штук

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>9</b>
-------------	---	----------

## **1 Введение**

### **1.1 Основание для проектирования**

Настоящий подраздел «Технологические решения» разработан в составе раздела «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений» проектной документации «Хвостовое хозяйство Ковдорского ГОКа. Реконструкция» в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. №87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» и на основании технологического регламента на проектирование, договора №19025 от 04.07.2019 г. и технического задания на проектирование.

Основание для проектирования – стратегия развития Ковдорского ГОКа.

Проектные решения разработаны по исходным данным в соответствии с действующими нормативными документами РФ и едиными правилами безопасности, касающимися данной отрасли.

### **1.2 Цели и задачи**

Основная задача данной проектной документации – разработка решений по реконструкции имеющихся объектов и проектирование новых объектов для реализации стратегии развития хвостового хозяйства Ковдорского ГОКа.

Основная цель – разработать вариант складирования отходов обогатительной фабрики во 2 поле хвостохранилища, обеспечивающий складирование хвостов на период с 2022 по 2045 гг., позволяющий максимально полно использовать создаваемые площади для складирования хвостов.

До начала реализации решений данной проектной документации наращивание ограждающих дамб хвостохранилища выполняется по проекту «Наращивание I и IV дамбы 2-го поля хвостохранилища» (шифр 569П-2010, ООО НИПЭЦ «Промгидротехника», 2018 г.). Необходимость разработки новых проектных решений вызвана тем, что проектная документация ООО НИПЭЦ «Промгидротехника» не содержит решений по комплексной реконструкции объектов хвостового хозяйства, не содержит решений по организации гидротранспорта хвостов и, кроме того, как показала опытная эксплуатация, использование картовой схемы складирования хвостов приводит к ухудшению качества оборотной воды за счет уменьшения площади отстойной зоны.

### **1.3 Исходные данные для проектирования**

Разработка проектной документации выполнена на основании:

- технического задания на разработку проектной документации;

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	10
------	---	----

- правоустанавливающих документов действующих норм и правил строительного проектирования;
- технических отчетов, исходных и расчетных данных для проектирования.

Технические отчеты выполнены ООО «СевИнжГео»:

5102-19030-ИИ-01-ИГДИ – Технический отчет по результатам инженерно-геодезических изысканий;

5102-19030-ИИ-01-ИГИ1...5 – Технические отчеты по результатам инженерно-геологических изысканий;

5102-19030-ИИ-01-ГФ – Технический отчет по результатам сейсмического микрорайонирования;

5102-19030-ИИ-01-ИГМИ – Технический отчет по результатам инженерно-гидрометеорологических изысканий;

5102-19030-ИИ-01-ИЭИ – Технический отчет по результатам инженерно-экологических изысканий.

Нагрузки и воздействия на строительные конструкции и основания зданий и сооружений приняты согласно СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*», СП 38.13330.2018 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). СНиП 2.06.04-82\*» и СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*».

Конструктивные решения сооружений проектируемых объектов принимаются в соответствии с нормами Российской Федерации, а также требованиями Заказчика с учетом:

- специфики технологических процессов;
- технико-экономической целесообразности.

В соответствии с ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения» строительные конструкции и основания запроектированы таким образом, что они обладают достаточной надежностью при возведении и эксплуатации с учетом, при необходимости, особых воздействий.

Строительные конструкции и основания рассчитаны по методу предельных состояний, основные положения которого направлены на обеспечение безопасной работы конструкций и оснований с учетом изменчивости свойств материалов, грунтов, нагрузок и воздействий, геометрических характеристик конструкций, условий их работы, а также степени ответственности проектируемых объектов.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	11
------	---	----

## 2 Общие сведения

Хвостохранилище АО «Ковдорский ГОК» предназначено для складирования отходов обогащения мокрой магнитной сепарации (ММС) железной руды и отходов комплексной переработки бадделеит-апатит-магнетитовой руды (БАМР).

Хвостохранилище балочного типа, намывное, расположено в долине реки Можель, образовано дамбой, перекрывающей русло реки. Состоит из двух примыкающих друг к другу отсеков, разделенных дамбой № 1, условно названных 1 и 2 поле.

Отходы обогащения обогатительного комплекса (хвосты), сбрасываемые в виде пульпы в 1 поле хвостохранилища, сформировали массив отложений хвостов ММС 1 поля. После заполнения 1 поля до проектных отметок оно было законсервировано, а с 1999 г. и по настоящее время ведётся открытая разработка намывного массива хвостов 1 поля с применением системы осушения.

2 поле хвостохранилища построено по проекту, разработанному институтом «Механобр» в 1975 г., введено в эксплуатацию в 1980 г. Во 2 поле хвостохранилища складировались отходы обогащения ММС железной руды и отходы переработки апатит-штаффелитовой руды (АШР) – хвосты апатито-бадделеитовой обогатительной фабрики (АБОФ).

2 поле хвостохранилища располагается ниже 1 поля по рельефу и ограждено дамбой № 4 с северной и северо-восточной сторон. С западной стороны первое поле от второго отделяется дамбой №1, которая возведена до отметки 290,00 м намывным способом из хвостов при заполнении 1 поля. В настоящее время её откос сформирован как борт карьера в процессе выемки хвостов из 1 поля.

В восточной стороне 2 поля хвостохранилища находится прудок-отстойник, предназначенный для приема паводкового стока, аккумуляции и осветления оборотной воды. Объем воды в прудке (по данным годового отчета за 2021 г.) – 10,35 млн. м<sup>3</sup>, площадь прудка – 2,6 млн. м<sup>2</sup>, средняя глубина воды 3,57 м. Забор воды из прудка-отстойника производится через водоприемный колодец максимальной пропускной способностью 7,2 м<sup>3</sup>/с.

В нижнем бьефе дамбы № 4 с северо-восточной стороны расположен вторичный отстойник, предназначенный для сбора избытка воды, сбрасываемой из хвостохранилища, и дренажных вод, их доосветления перед сбросом в р. Н. Ковдора. Вместимость вторичного отстойника – 900 тыс. м<sup>3</sup>, площадь – 325 тыс. м<sup>2</sup> при отметке зеркала воды 225,00 м, средняя глубина воды – 2,6 м.

Сброс воды из хвостохранилища во вторичный отстойник (введен в эксплуатацию одновременно с хвостохранилищем в 1980 г.) и насосную станцию оборотного водоснабжения № 2 (НОВ-2) регулируется камерой переключения.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	12
------	---	----

## 2.1 Топография района

АО «Ковдорский ГОК» территориально расположен в юго-западной части Кольского полуострова (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Обзорная карта-схема расположения Ковдорского ГОКа

Гидротехнические сооружения (ГТС) 2 поля хвостохранилища расположены в Ковдорском районе Мурманской области примерно в 3,5 км к юго-востоку от г. Ковдор в пределах земельного отвода, выделенного АО «Ковдорский ГОК» под хвостохранилище.

Район работ характеризуется развитой инженерно-транспортной инфраструктурой. Районный центр г. Ковдор связан железнодорожной веткой, протяженностью 117 км, со станцией Пинозеро Октябрьской железной дороги и асфальтированной дорогой, протяженностью 100 км, с автомагистралью Мурманск – Санкт-Петербург. Автомобильные дороги пролегают к близлежащим поселкам Лейпи, Куропта, Слюда.

Территория действующего горного предприятия застроена зданиями и сооружениями комплекса по обогащению руды, имеет разветвленную сеть технологических дорог с твердым грунтовым покрытием, насыщена подземными и наземными коммуникациями (энерго-, водо-, теплоснабжение, канализация). Трасса трубопроводов оборотного водоснабжения проходит по залесённой холмистой местности, в техническом коридоре существующих надземных инженерных коммуникаций (магистральные трубопроводы, грунтовая дорога).

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	13
------	---	----



Действующее 2 поле хвостохранилища расположено в пойме реки Можель и простирается в восточном направлении от промплощадки комбината (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – 2 поле хвостохранилища

Рельеф центральной части площадки (территория непосредственно под хвостохранилищем) представляет собой техногенный рельеф. Характеризуется складированными грунтами намывных хвостов (tIV), перемещенными грунтами водно-ледниковых (fIII), моренных (gIII) и элювиальных (eIII) отложений, которые образуют существующую дамбу хвостохранилища 2 поля.

В южной и восточной частях участок представляет собой возвышенную равнину, сложенную водно-ледниковыми (fIII), моренными (gIII) и элювиальными (eIII) отложениями. Рельеф низкогорный, холмисто-грядовый. Абсолютные отметки поверхности изменяются в пределах от 284,00 до 385,00 м.

Естественный поверхностный сток не обеспечен. Территория имеет заболоченные участки.

## 2.2 Природно-климатические условия

В соответствии с СП 131.13330.2020 "СНиП 23-01-99\* Строительная климатология", рассматриваемая территория относится ко IIА климатическому подрайону России.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	14
------	---	----

Средняя годовая температура воздуха – минус 0,5 °С. Средние месячные температуры имеют хорошо выраженный годовой ход с максимумом в июле (плюс 13,7 °С) и минимумом в январе (минус 12,8 °С). Абсолютный максимум температуры воздуха – плюс 31,9 °С, минимум – минус 43,8 °С.

Среднемесячные и среднегодовые значения температуры воздуха по ближайшей гидрометеостанции (ГМС) «Ковдор» приведены в таблице 2.1.

**Таблица 2.1 – Средние значения температуры воздуха (°С)**

Метеостанция	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Ковдор	-12,8	-12,5	-7,7	-2,0	4,5	10,7	13,7	11,1	5,9	-0,4	-6,3	-10,4	-0,5

На гидрометеостанции (ГМС) «Ковдор» зафиксирован максимальный порыв ветра 29 м/с. Средняя годовая скорость ветра составляет 2,1 м/с. В целом за год наибольшую повторяемость имеют также ветры западных румбов. Направление и скорость ветра приведены в таблицах 2.2, 2.3 и 2.4. Роза ветров представлена на рисунке 2.3.

**Таблица 2.2 – Средняя месячная и годовая скорость ветра (м/с)**

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ковдор	2,0	2,1	2,3	2,4	2,4	2,1	1,9	1,7	2,0	2,3	2,3	2	2,1

**Таблица 2.3 – Повторяемость направления ветра и штилей на ГМС Ковдор**

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
10	4	11	15	11	15	18	16	25

**Таблица 2.4 – Максимальная скорость ветра, 10-мин осреднение (м/с)**

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Ковдор	11	12	11	9	8	8	8	7	10	10	9	12	12

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>15</b>
-------------	---	-----------



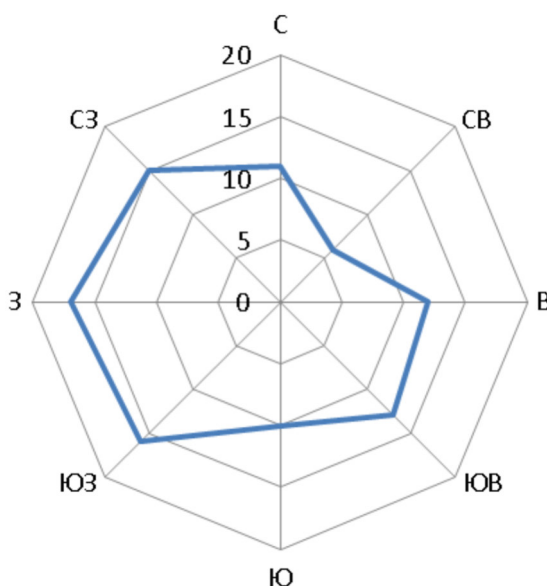


Рисунок 2.3 – Роза ветров г. Ковдор

В соответствии с СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*» район относится ко II ветровому району.

Вся территория относится к зоне избыточного увлажнения, что способствует образованию на плоских водоразделах верховых болот.

Средняя относительная влажность воздуха имеет максимум в ноябре – 87%, минимум – 66% в июне, средняя годовая относительная влажность воздуха – 79%.

В соответствии с СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003» район относится к I зоне влажности (влажная).

По количеству осадков район относится к зоне умеренного увлажнения. Среднее годовое количество осадков составляет 591 мм. Абсолютный суточный максимум – 56,5 мм. Вместе с тем в структуре осадков преобладают малые суточные суммы, особенно зимой, когда на суммы менее 1 мм приходится около 2/3 дней с осадками.

Продолжительная и холодная зима благоприятствует накоплению снега. Время выпадения первого снега близко к дате перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С. Первое появление снежного покрова наступает в среднем 7 октября, период образования устойчивого снежного покрова – конец октября, начало ноября. Разрушение устойчивого снежного покрова происходит в среднем к 9 мая. В среднем в Ковдоре 210 дней со снежным покровом. В первые месяцы зимы создаются основные запасы снега. Максимальной высоты снежный покров достигает обычно к концу зимы марта. Таяние снега происходит значительно быстрее, чем его накопление.

В соответствии с СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*» район относится к V району.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>16</b>
-------------	---	-----------

Нормативная глубина сезонного промерзания для суглинков 1,65 м, для супесей, песков мелких и пылеватых 2,01 м, для песков гравелистых и средней крупности 2,16 м, для крупнообломочных грунтов, насыпных грунтов смешанного состава 2,44 м.

Многолетние метеорологические и климатические характеристики приведены в таблице 2.5 (по данным ГМС «Ковдор»).

**Таблица 2.5 – Основные климатические характеристики**

Основные показатели климатических условий	Значения
Строительно-климатическая зона	II А
Дорожно-климатическая зона	I
Среднегодовая температура воздуха	– 0,5°С
Абсолютный минимум температуры воздуха	– 43,8°С
Абсолютный максимум температуры воздуха	31,9°С
Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0.92	– 45°С
Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0.98	– 49°С
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиб, холодного мес.	9,4°С
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее теплого мес.	12,3°С
Температура воздуха холодного периода, °С, обеспеченностью 0,94	– 19°С
Температура воздуха тёплого периода, °С, обеспеченностью 0,95	16,3°С
Температура воздуха тёплого периода, °С, обеспеченностью 0,98	20,8°С
Средняя годовая скорость ветра, м/с	2,1
Преобладающее направление ветра	3, ЮЗ
Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с	0
Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с	3,5
Средняя скорость ветра, м/с, за период со средней суточной $t < 8^{\circ}\text{C}$	2,4
Сумма атмосферных осадков за год, мм	591
Количество осадков за ноябрь ~ март, мм	173
Количество осадков за апрель-октябрь, мм	418
Максимальное суточное количество осадков, мм	56,5
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиб, холодного мес.	79
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиб, теплого мес.	72
Средняя дата образования устойчивого снежного покрова	24/10
Средняя дата разрушения устойчивого снежного покрова	09/05
Средняя дата появления снежного покрова	07/10
Средняя дата схода снежного покрова	19/05
Число дней в году с устойчивым снежным покровом	210
Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова, см	78
Глубина промерзания серой лесной почвы, см	108

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>17</b>
-------------	---	-----------

Основные показатели климатических условий	Значения
Глубина промерзания глины и суглинков, см	220
Глубина промерзания песков и супесей, см	242
Испарение с водной поверхности, обеспеченностью 1 %	319
Испарение с водной поверхности, обеспеченностью 50 %	224
Испарение с водной поверхности, обеспеченностью 99 %	159

### 2.3 Гидрогеологические и гидрологические условия

Гидрогеологические условия района хвостохранилища обусловлены приуроченностью его к водосборной площади реки Можель, наличием гидрографической сети, тесно связанной с подземными водами, и антропологическим воздействием, связанным с деятельностью АО «Ковдорский ГОК».

По условиям питания площадь хвостохранилища относится к области интенсивного питания за счет атмосферных осадков, выпадающих в пределах водосборной площади реки Можель, поверхностных вод р. Можель и ее притоков и техногенных вод, сбрасываемых вместе с отходами обогатительных фабрик во 2 поле хвостохранилища. Небольшое испарение, по сравнению с объемом поступающего питания, способствуют формированию запасов подземных вод.

Движение и разгрузка подземных вод, в целом, определяется общим строением гидрографической сети района и происходит от водораздела в сторону долины р. Ковдоры, т.е. с юго-запада на северо-восток.

По генезису и фильтрационным свойствам здесь широко развиты поровые грунтовые воды, трещинные воды зоны выветривания кристаллических пород и трещинно-жильные воды тектонических зон. В соответствии с геологическим строением выделяются два водоносных комплекса, отличающихся по водопроницаемости слагающих их пород: водоносный комплекс четвертичных отложений и палеоген-неогеновой коры выветривания, и водоносный комплекс архей-палеозойских кристаллических пород. Эти водоносные комплексы гидравлически связаны между собой и представляют единую водоносную систему с общим уровнем, схожим химическим составом, одинаковыми условиями питания и разгрузки подземных вод.

Благоприятные климатические условия способствуют формированию относительно больших запасов воды в снеге. Снеготаяние, сопровождаемое выпадением дождей, формирует весеннее половодье, которое, как правило составляет от 40 до 50 % годового стока рек. Даты начала весеннего половодья сильно варьируются от года к году от середины апреля до середины мая, но в среднем половодье начинается от 1 до 5 мая и продолжается от 40 до 50 дней и более. Форма гидрографа половодья обычно одновыпуклая. Средние по району даты прохождения максимальных уровней за половодье приходятся на середину мая.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>18</b>
-------------	---	-----------

Летне-осенняя межень обычно наступает в середине июля – начале августа и заканчивается в сентябре – начале октября. Наиболее маловодный период летне-осенней межени, как правило, наблюдается в сентябре, а период повышенной водности – в августе. Продолжительность межени без учета периодов дождевых паводков составляет от 30 до 70 дней. Дождевые паводки имеют продолжительность в среднем до 10-20 дней, иногда больше. Доля летне-осеннего стока составляет около 30 % годового. Продолжительность зимней межени составляет около 160-190 дней.

Вскрытие водотоков происходит обычно в мае, замерзание в конце октября или в течение ноября. Сплошного ледостава на ручьях может не наблюдаться. На плесовых участках ледостав держится почти в течение всей зимы, на перекатах только в большие морозы. Часто встречаются проталины, ледяные плотины.

Замерзание ручьев чаще всего начинается с образования заберегов и донного льда – шуги. Устойчивый ледовый покров образуется на всем протяжении, за исключением порожистых участков, где ручьи могут не замерзнуть даже в самые сильные морозы. Весеннего ледохода не наблюдается. Ледяной покров с потеплением размывается водой.

В 1 и 2 поле хвостохранилища впадают: р. Можель, руч. Песчаный, руч. Безымянный, руч. Чёрный с правым притоком руч. Каменный. Эти водотоки относятся к малым водотокам с площадями водосборов от 2,4 до 5,4 км<sup>2</sup>. Типично временным водотоком является ручей Каменный. В зимнюю межень, в годы малой водности, также пропадает поверхностный сток на ручьях Песчаный и Чёрный. Озерность на водосборах отсутствует. Заболоченность водосборов невысокая, не более 5 %, что характеризует большие уклоны склонов водосборов.

Долины ручьев различных типов, имеют волнистый скат. Выходов коренных пород не обнаружено. На водосборах распространены валунно-гравийно-галечные материалы с песчаным заполнителем с прослоями супеси и суглинка.

Р. Можель является самым крупным правобережным притоком р. Нижняя Ковдора, в долине которого от 1,6 до 8 км от устья (расстояние по старому руслу) расположено хвостохранилище (зарегулирован системой отстойников АО «Ковдорский ГОК»). Водосборная площадь р. Можель граничит на севере с площадью водосбора р. Н. Ковдора, на юге – с площадью водосбора р. Лейпи.

В настоящее время р. Можель протекает по своему естественному руслу на протяжении 3,7 км от истока вниз до границ 1 поля хвостохранилища.

Три правых притока р. Можель сохранили свой естественный режим. В настоящее время ручьи с южной стороны впадают во 2 поле хвостохранилища. Схема гидрографической сети района приведена на рисунке 2.4.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	19
------	---	----

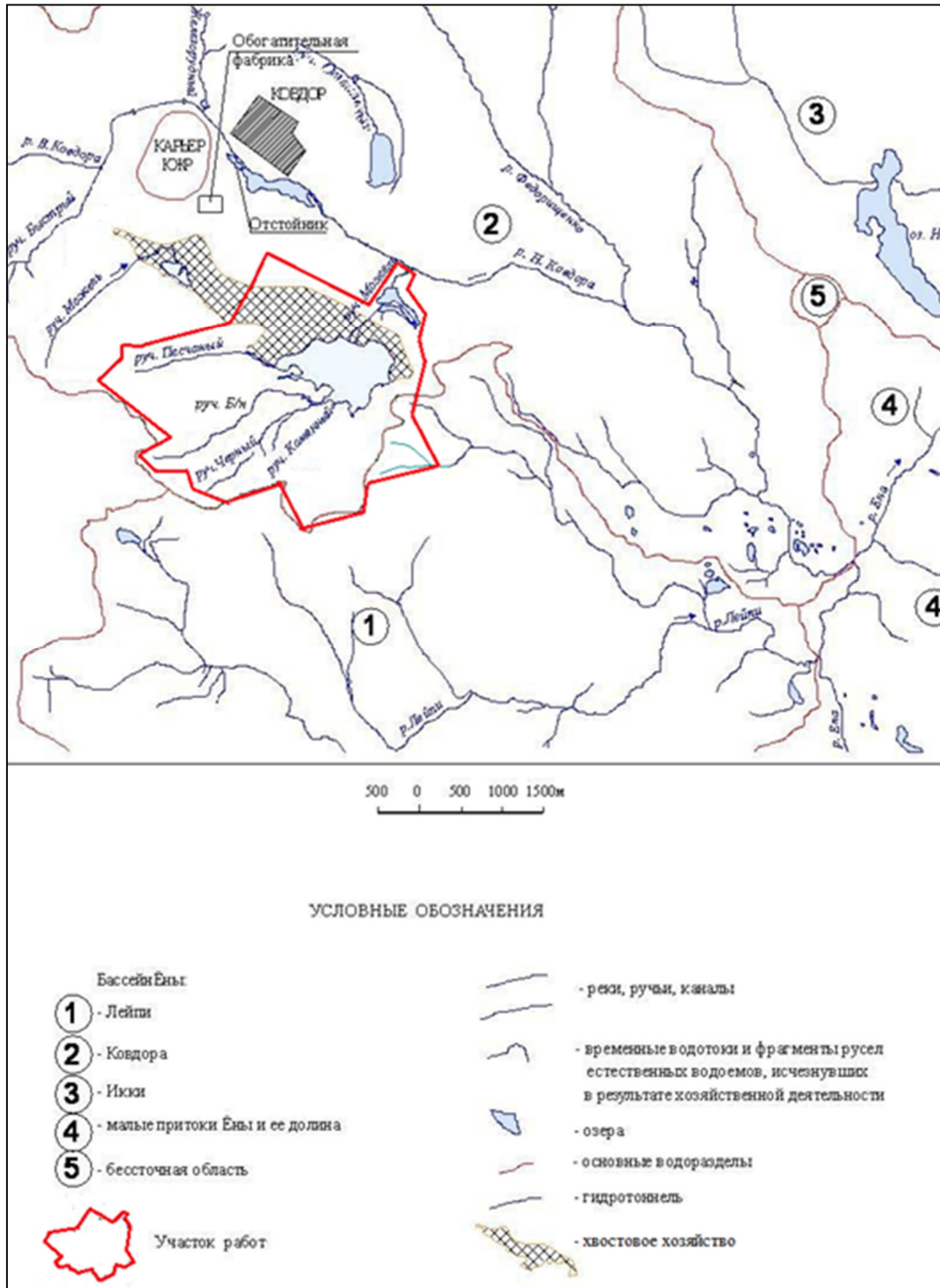


Рисунок 2.4 – Схема гидрографической сети района

Русла всех водотоков, впадающих в 1 и 2 поле хвостохранилища, (река Можель, ручьи: Черный, Каменный, Песчаный, Безымянный) извилистые, ширина русла ручьев – от 1,0 до 3,0 м, берега высокие пологие, дно сложено валунами, отмытым гравием и галькой в равном соотношении.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	20
------	---	----



Расчётные значения среднегодовых расходов водотоков приведены в таблице 2.6, расчётные значения максимальных расходов водотоков – в таблице 2.7.

**Таблица 2.6 – Расчётные среднегодовые расходы**

	Среднегодовые расходы обеспеченностью Р %, м <sup>3</sup> /с					
	0,01	0,1	0,5	1	3	50
р. Можель	0,30	0,23	0,19	0,17	0,15	0,075
руч. Песчаный	0,24	0,18	0,15	0,13	0,12	0,059
руч. Безымянный	0,13	0,12	0,09	0,07	0,06	0,034
руч. Чёрный, руч. Каменный	0,13	0,11	0,08	0,07	0,06	0,033

**Таблица 2.7 – Расчётные максимальные расходы**

	Максимальные расходы обеспеченностью Р %, м <sup>3</sup> /с					
	0,01	0,1	0,5	1	3	5
р. Можель	4,80	4,06	3,68	3,20	2,78	2,46
руч. Песчаный	3,98	3,37	3,05	2,65	2,31	2,04
руч. Безымянный	2,68	2,27	2,06	1,79	1,55	1,38
руч. Чёрный, руч. Каменный	2,89	2,45	2,22	1,93	1,68	1,48

Ширина водоохранных зон рек Можель, Лейпи, Н. Ковдора составляет 100 м на всем их протяжении. Ширина водоохранных зон ручьёв Песчаный, Безымянный, Черный и Каменный – 50 м.

## 2.4 Инженерно-геологические условия

Стратиграфический разрез представлен в следующем виде (сверху вниз):

Современные отложения QIV:

- техногенные – tIV;
- биогенные – bIV;
- озерные – IIV.

Верхнеплейстоценовые QIII:

- водно-ледниковые – fIII;
- ледниковые (моренные) отложения – gIII;
- элювиальные – eIII.

Архейские скальные образования AR.

Инженерно-геологические условия района расположения объектов хвостового хозяйства определены в отчетах ООО «СевИнжГео» 5102-19030-ИИ-01-ИГИ.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>21</b>
-------------	---	-----------

### 2.4.1 Ограждающая дамба

БИОГЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (bIV) представлены почвенно-растительным слоем (ИГЭ-1), залегают с поверхности и распространены в западной, северной и восточной частях участка.

ИГЭ-1 – почвенно-растительный слой, темно-коричневый, средней степени водонасыщения, с корнями деревьев и кустарника.

Мощность 0,1 м.

ТЕХНОГЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (tIV) распространены повсеместно и представлены насыпными грунтами смешанного состава (ИГЭ-2) и намывными грунтами (ИГЭ - 3а, 3б).

ИГЭ-2 – насыпные грунты смешанного состава широко распространены в западной, центральной и северной частях территории изысканий, залегают в верхней части разреза и сложены, преимущественно:

- щебенистым (галечниковым) грунтом с содержанием глыб (валунов) размером до 0,5 м в поперечнике 20 %, щебня (галки разной окатанности) размером менее 10 см от 35 % до 40 %, дресвы (гравия) 10 %, заполнитель – песок пылеватый, супесь твердой консистенции;

реже:

- дресвяным (гравийным) грунтом с содержанием глыб (валунов) размером до 0,5 м в поперечнике от 10 % до 15 %, щебня (галки разной окатанности) размером менее 10 см от 35% до 40 %, дресвы (гравия) – от 15% до 20 %, заполнитель – супесь твердая, песок разной крупности;
- песком гравелистым с включением валунов размером до 0,5 м в поперечнике от 5 % до 10 %, гальки от 25 % до 30 %, гравия 5 %;
- супесью пылеватой галечниковой твердой консистенции с включением валунов размером до 0,5 м в поперечнике до 5 %, гальки разной окатанности размером менее 10 см 30 %, гравия около 10 %;
- суглинком лёгким пылеватым галечниковым твердой консистенции с включением валунов размером до 0,5 м в поперечнике от 5 % до 10 %, гальки от 20 % до 25 %, гравия 10 %.
- супесью пылеватой гравелистой с включением валунов размером до 0,5 м в поперечнике до 5 %, гальки разной окатанности размером менее 10 см 20 %, гравия 15 %;
- супесь пылеватой с щебнем пластичной консистенции с включением щебня размером менее 10 см 15 %, гравия от 5 % до 10 %.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	22
------	---	----

Грунты серые с различными оттенками, малой и средней степени водонасыщения и водонасыщенные, слежавшиеся.

Мощность составляет от 0,7 до 15,7 м.

Намывные грунты (tIV) – широко распространены в западной, центральной и восточной частях территории и занимают всю внутреннюю часть ограждающей дамбы. В ней размещаются и продолжают поступать отходы обогащения разрабатываемых ГОКом руд. Залегают под насыпными грунтами смешанного состава (ИГЭ-2), местами непосредственно с поверхности. Намывные грунты представлены:

ИГЭ-3а – песок пылеватый с редким включением гальки, с прослойками супеси и суглинка текучей и текучепластичной консистенции толщиной до 10 см. Грунт серый, темно-серый, малой и средней степени водонасыщения, водонасыщенный, слежавшийся (средней плотности).

Мощность изменяется в широких пределах от 0,6 до 55,0 м.

ИГЭ-3б – супесь пылеватая пластичная с редким включением гальки и гравия, с частыми прослойками суглинка текучей и текучепластичной консистенции, песка мелкого и пылеватого водонасыщенного, толщиной до 10 см. Грунты залегают под песком пылеватым (ИГЭ-3а), реже – в их толще.

Мощность составляет от 0,4 до 36,2 м.

Общая мощность намывных грунтов отложений от 0,4 до 56,4 м.

**ВОДНО-ЛЕДНИКОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (fIII) (ИГЭ-4)** распространены, в северо-восточной и западной частях участка работ, имеют сложное линзовидно-слоистое строение и залегают на глубине от 0,1 до 53,7 м.

ИГЭ-4 – галечниковый грунт с содержанием валунов от 5 % до 10 %, гальки от 40 % до 45 %, гравия от 15 % до 20 %, заполнитель – песок средней крупности и крупный, супесь твердая. Грунт серый, малой и средней степени водонасыщения и водонасыщенный.

Мощность от 0,3 до 7,9 м.

**НЕРАСЧЛЕНЕННЫЕ ЛЕДНИКОВЫЕ (МОРЕННЫЕ) ОТЛОЖЕНИЯ (gIII) (ИГЭ-5)** залегают на глубине от 0,1 до 60,5 м на поверхности элювиальных (eIII) и скальных грунтов (AR) и относятся, по условиям образования, к основной морене.

ИГЭ-5 – нерасчлененные ледниковые (моренные) отложения.

В целом для этих отложений характерно: несортированность, неслоистость, высокая плотность (коэффициент пористости менее 0,55), слабая водопроницаемость, слабая окатанность и обилие крупнообломочной фракции.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	23
------	---	----



Нерасчлененные ледниковые (моренные) отложения, представленные преимущественно галечниковым грунтом с заполнителем песком пылеватым, средней крупности и супесью песчанистой, супесью пылеватой гравелистой, песком гравелистым, реже – гравийным грунтом с заполнителем супесью песчанистой и песком пылеватым, супесью пылеватой галечниковой, содержащими валунов размером до 0,5 м в поперечнике в среднем от 5 до 10 %, гальки слабой окатанности размером менее 10 см 25 %, гравия от 10 % до 15 %.

Песчаные грунты средней степени водонасыщения и водонасыщенные, глинистые – твердой и пластичной консистенции с нечеткими прослойками песка мелкого и пылеватого средней степени водонасыщения и водонасыщенного.

Отложения плотные, ниже уровня подземных вод – обводненные. Цвет морены зеленовато-серый, участками серовато-коричневый, серый.

Мощность морены составляет от 0,4 до 7,9 м.

ЭЛЮВИАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (eIII) залегают на глубине от 0,1 до 65,4 м и являются результатом физического и химического выветривания скальных грунтов. Массив скальных грунтов распадается на отдельные глыбы, которые впоследствии постепенно измельчаются до щебня и дресвы, а далее и до песчано-глинистого материала.

Элювиальные грунты характеризуются несортированностью, неоднородностью, неокатанностью и обилием крупнообломочной фракции.

Инженерно-геологические элементы, выделенные в элювиальных отложениях, имеют невыдержанное линзовидно-слоистое сложение.

В толще элювиальных отложений выделяется три инженерно-геологических элемента:

ИГЭ-6а – супесь песчанистая твердой консистенции с единичным включением глыб, щебня 5 %, дресвы 10 %. Глубина залегания изменяется от 2,9 до 60,1 м.

Её мощность составляет от 0,4 до 16,6 м;

ИГЭ-6б – супесь пылеватая дресвяная твердой консистенции, с включением глыб размером менее 0,5 м в поперечнике 5 %, щебня 15 %, дресвы 15 %. Глубина залегания колеблется от 2,3 до 45,8 м,

Мощность от 0,4 до 27,5 м;

ИГЭ-6в – дресвяно-щебенистый грунт с содержанием глыб размером менее 0,5 м в поперечнике от 10 % до 15 %, щебня от 40 до 45 %, дресвы 10 %, заполнитель – пески разной крупности, супесь твердой и пластичной консистенции, суглинок от текучей до твердой консистенции. Глубина залегания колеблется от 0,1 до 65,4 м,

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	24
------	---	----

Имеет мощность от 0,2 до 14,2 м.

Общая мощность элювиальных отложений от 0,2 до 28,2 м.

В основании разреза на глубине от 2,0 до 65,4 м залегают СКАЛЬНЫЕ ГРУНТЫ (AR), имеющие неровную наклонную кровлю и представленные:

ИГЭ-7а – гранито-гнейс серый, мелкозернистый, средней прочности, неразмягчаемый, сильнотрещиноватый (RQD = 31 %);

ИГЭ-7б – гранито-гнейс серый, мелкозернистый, прочный, неразмягчаемый, слаботрещиноватый (RQD = 84 %).

Мощность сильнотрещиноватой зоны от 0,3 до 4,9 м.

Вскрытая мощность скальных грунтов от 1,1 до 18,1 м.

В западной и юго-восточной частях территории наблюдаются выходы скального грунта на дневную поверхность.

#### **2.4.2 Прочие объекты хвостового хозяйства**

ТЕХНОГЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (tlV) представлены насыпными грунтами смешанного состава (ИГЭ-1а) и намывными грунтами (ИГЭ-1б).

ИГЭ-1а – насыпные грунты смешанного состава (отвалы грунтов без уплотнения) залегают в верхней части разреза, имеют широкое распространение и представлены:

- щебенистым (галечниковым) грунтом с содержанием глыб (валунов) размером до 0,5 м в поперечнике от 15 % до 20 %, щебня (галыки разной окатанности) размером менее 10 см 45 %, дресвы (гравия) – от 10 % до 15 %, заполнитель – супесь твердая, песок разной крупности;
- дресвяным (гравийным) грунтом с содержанием глыб (валунов) размером до 0,5 м в поперечнике от 2 % до 3 %, щебня (галыки разной окатанности) размером менее 10 см от 30 % до 35 %, дресвы (гравия) 20 %, заполнитель – песок разной крупности, супесь твердая;
- песком гравелистым (реже супесью галечниковой) с включением валунов размером до 0,5 м в поперечнике от 3 % до 4 %, галыки 25 %, гравия 5 %;
- суглинком лёгким пылеватым с гравием твердым с включением галыки от 5 % до 10 %, гравия от 5 до 10 %.

Грунты серые с различными оттенками, средней степени водонасыщения, слежавшиеся.

Мощность насыпных грунтов до 4,8 м.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	25
------	---	----

ИГЭ-1б – намывные грунты (tIV), имеют локальное распространение и встречены в районе проектируемых магистральных пульповодов от ПНС-2 до 2 поля хвостохранилища, под насыпными грунтами тела дамы и где их мощность достигает 39,5 м и районе начала автодороги к площадке ПНС-2, где их мощность достигает 1,3 м.

Представлен намывной грунт песком пылеватым, серым, водонасыщенным, слежавшимся, с редким включением гравия и гальки.

БИОГЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (bIV) представлены почвенно-растительным слоем (ИГЭ-2) и торфяно-болотными отложениями (ИГЭ-3).

ИГЭ-2 – почвенно-растительный слой, имеет широкое распространение, за исключением района НОВ-2, трассы пульповодов от ПНС-2 до 2 поля хвостохранилища и мест пересечения трасс с автодорогами.

Почвенно-растительный слой темно-коричневый, в зимний период сезонно-мёрзлый, средней степени водонасыщения и водонасыщенный с корнями деревьев и кустарника.

Его мощность от 0,1 до 0,2 м.

ИГЭ-3 – торф темно-коричневый среднеразложившийся, водонасыщенный, с корнями деревьев и кустарника.

Торфяно-болотные отложения занимают около 4% территории. Встречены на трассах инспекторской автодороги, водоводов оборотного водоснабжения от НОВ-3 до существующей трассы, водосбросной трубы от НОВ-3 во вторичный отстойник.

Его мощность от 0,3 до 1,2 м.

ОЗЕРНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (IIV) (ИГЭ-4) распространены на дне Маркизовой лужи.

ИГЭ-4 – озерные отложения, суглинок легкий песчанистый текучей консистенции с высоким содержанием органических веществ, без включений.

Мощность озерных отложений до 1,4 м.

ВОДНО-ЛЕДНИКОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (fIII) распространены практически на всех трассах, за исключением магистральных пульповодов и нагорной канавы, имеют сложное линзовидно-слоистое строение и залегают на глубине до 4,1 м.

В толще водно-ледниковых отложений выделяется пять инженерно-геологических элементов:

ИГЭ-5 – супесь, преимущественно пылеватая гравелистая, реже песчанистая галечниковая (по среднему гранулометрическому составу гравелистая) и суглинок легкий песчанистый, твердая, с включением валунов размером до 0,5 м в поперечнике от 3 % до 5 %, гальки 20 %, гравия от 5 % до 10 %.

Залегают на глубине 0,1 до 1,6 м, ее мощность от 0,5 до 8,8 м;

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	26
------	---	----

ИГЭ-6 – песок мелкий, серый с различными оттенками, малой и средней степени водонасыщения, средней плотности, с включением гравия и гальки от 2 % до 3 %.

Залегают на глубине до 0,1 м, его мощность от 0,4 до 3,2 м;

ИГЭ-7 – песок средней крупности, серый с различными оттенками, малой и средней степени водонасыщения, средней плотности, с включением гальки от 3 % до 4 %, гравия от 5 % до 10 %.

Глубина залегания от 0,1 до 4,1 м, мощность от 0,4 до 6,0 м;

ИГЭ-8 – песок гравелистый, серый с различными оттенками, малой степени водонасыщения, средней плотности, с включением валунов размером до 0,5 м в поперечнике от 2 % до 3 %, гальки 25 %, гравия от 10 % до 15 %.

Глубина залегания колеблется от 0,1 до 1,7 м, мощность от 0,7 до 7,8 м;

ИГЭ-9 – гравийно-галечниковый грунт с содержанием валунов размером до 0,5 м в поперечнике 10 %, гальки 45 %, гравия от 10 % до 15 %, заполнитель – песок разной крупности, супесь твердая. Грунт серый с различными оттенками, разной степени водонасыщения.

Глубина залегания изменяется от 0,1 до 3,1 м, его вскрытая мощность 8,0 м.

Максимальная вскрытая мощность водно-ледниковых отложений 8,8 м.

**НЕРАСЧЛЕНЕННЫЕ ЛЕДНИКОВЫЕ (МОРЕННЫЕ) ОТЛОЖЕНИЯ (gIII) (ИГЭ-10)** залегают на глубине от 0,1 до 8,2 м, на элювиальных (eIII) и скальных грунтах (AR) и относятся, по условиям образования, к основной морене.

ИГЭ-10 – нерасчлененные ледниковые (моренные) отложения.

В целом для этих отложений характерно: несортированность, неслоистость, высокая плотность (коэффициент пористости менее 0,55), слабая водопроницаемость, слабая окатанность и обилие крупнообломочной фракции.

Нерасчлененные ледниковые (моренные) отложения представлены преимущественно супесью пылеватой и песчанистой гравелистой, реже супесью пылеватой и песчанистой галечниковой, суглинком легким песчанистым, суглинком легким песчанистым гравелистым и галечниковым, песком гравелистым, галечниковым и гравийным грунтом с заполнителем песками разной крупности, супесью песчанистой твердой и пластичной и суглинком текучепластичной консистенции, содержащими валунов размером до 0,5 м около 25 % (в среднем около 5 %), гальки слабой окатанности размером менее 10 см от 5 % до 60 %, гравия от 5 % до 30 %.

Отложения плотные, ниже уровня подземных вод – обводненные.

Цвет морены зеленовато-серый, участками серовато-коричневый, серый.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	27
------	---	----

Для указанных разновидностей морены характерны незакономерные переходы как по глубине, так и по простиранию, в связи с чем разделить их в плане и на разрезе не представляется возможным.

Нерасчлененная морена характеризуется невыдержанной мощностью – от 3,7 до 7,0 м.

ЭЛЮВИАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (eIII) залегают на глубине до 9,7 м и являются результатом физического и химического выветривания скальных грунтов. Массив скальных грунтов распадается на отдельные глыбы, которые впоследствии постепенно измельчаются до щебня и дресвы, а далее и до песчано-глинистого материала.

Элювиальные грунты характеризуются несортированностью, неоднородностью, неокатанностью и обилием крупнообломочной фракции.

Инженерно-геологические элементы, выделенные в элювиальных отложениях, имеют невыдержанное линзовидно-слоистое сложение.

В толще элювиальных отложений выделяется пять инженерно-геологических элементов:

ИГЭ-11 – супесь (супесь с дресвой), реже суглинок, твердой и пластичной, консистенции, серая с различными оттенками, с включением глыб размером до 0,5 м в поперечнике 1 %, щебня 5 %, дресвы 10 %.

Глубина залегания колеблется от 0,1 до 6,8 м, мощность от 0,8 до 9,1 м;

ИГЭ-12 – супесь дресвяная, реже суглинок дресвяный, твердой, реже пластичной, консистенции, серая с различными оттенками, с включением глыб размером до 0,5 м в поперечнике 3 %, щебня 15 %, дресвы от 15 до 20 %.

Глубина залегания колеблется от 0,1 до 8,3 м,

Вскрытая мощность 3,7-10,8 м;

ИГЭ-13 – песок средней крупности, серый с различными оттенками, разной степени водонасыщения, средней плотности, с включением щебня от 3 до 4 %, дресвы 10 %.

Глубина залегания колеблется от 0,1 до 4,9 м, вскрытая мощность от 2,6 до 11,6 м;

ИГЭ-14 – песок гравелистый, серый с различными оттенками, разной степени водонасыщения, средней плотности, с включением глыб размером до 0,5 м в поперечнике от 1 до 2 %, щебня от 10 % до 15 %, дресвы 20 %.

Глубина залегания от 0,2 до 11,1 м, мощность от 0,7 до 3,6 м;

ИГЭ-15 – дресвяно-щебенистый грунт с содержанием глыб размером до 0,5 м в поперечнике 20 %, щебня от 30 % до 35 %, дресвы от 10 % до 15 %, заполнитель –

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	28
------	---	----

супесь твердая, песок разной крупности. Грунт серый с различными оттенками, разной степени водонасыщения.

Глубина залегания от 0,1 до 9,7 м, вскрытая мощность от 2,6 до 10,0 м.

Вскрытая суммарная мощность элювиальных отложений 11,1 м.

СКАЛЬНЫЕ ГРУНТЫ (AR) залегают в основании разреза, на глубине до 14,0 м, имеют неровную кровлю и представлены:

ИГЭ-16а – гранито-гнейс серый, мелкозернистый, средней прочности, неразмягчаемый, сильнотрещиноватый (RQD = 32 %);

ИГЭ-16б – гранито-гнейс серый, мелкозернистый, прочный, неразмягчаемый, слаботрещиноватый (RQD = 84 %).

Скальные грунты местами обводнены по трещинам.

Мощность сильнотрещиноватой зоны от 0,2 до 3,4 м.

Вскрытая мощность скальных грунтов от 1,4 до 18,1 м.

В районе проектируемых водоподводящих железобетонных коллекторов, наблюдаются отдельные выходы скального грунта на дневную поверхность.

### 2.4.3 Узлы учета

БИОГЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (bIV) представлены почвенно-растительным слоем (ИГЭ-1) и торфяно-болотными отложениями (ИГЭ-2).

ИГЭ-1 – почвенно-растительный слой, имеет повсеместное распространение и залегает с поверхности. Почвенно-растительный слой темно-коричневый, средней степени водонасыщения и водонасыщенный, в зимний период сезонно-мёрзлый, с корнями деревьев и кустарника.

Мощность от 0,1 до 0,2 м.

ИГЭ-2 – торфяно-болотные отложения, встречены в районах узлов учёта № 2, № 3. Торф темно-коричневый до чёрного, среднеразложившийся, средней степени водонасыщения и водонасыщенный, с корнями кустарника.

Мощность 0,2 м.

ВОДНО-ЛЕДНИКОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (fIII) распространены повсеместно, за исключением узла учёта № 4, и залегают на глубине до 0,3 м.

В толще водно-ледниковых отложений выделяется три инженерно-геологических элемента:

ИГЭ-3 – супесь пылеватая серовато-коричневая пластичная, с единичными включениями гальки, гравия от 5 % до 10 %.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	29
------	---	----



Залегают на глубине от 1,0 до 1,5 м, ее мощность от 0,5 до 0,7 м;

ИГЭ-4 – песок гравелистый, коричневый с различными оттенками, малой и средней степени водонасыщения, водонасыщенный, плотный, с включением валунов размером до 0,5 м в поперечнике от 2 % до 3 %, гальки от 15 % до 20 %, гравия 15 %.

Глубина залегания колеблется от 0,1 до 2,0 м, вскрытая мощность от 0,8 до 2,8 м;

ИГЭ-5 – галечниковый грунт с содержанием валунов размером до 0,5 м в поперечнике от 5 до 10 %, гальки от 45 до 50 %, гравия от 15 до 20 %, заполнитель – песок средней крупности и крупный. Грунт серый и коричневый с различными оттенками, водонасыщенный, в зимний период сезонно-мёрзлый.

Глубина залегания изменяется от 0,1 до 1,8 м, его вскрытая мощность от 0,6 до 1,7 м.

Максимальная вскрытая мощность водно-ледниковых отложений 3,0 м.

НЕРАСЧЛЕНЕННЫЕ ЛЕДНИКОВЫЕ (МОРЕННЫЕ) ОТЛОЖЕНИЯ (gIII) (ИГЭ-6) залегают на глубине от 0,1 до 2,3 м и относятся, по условиям образования, к основной морене.

ИГЭ-6 – нерасчлененные ледниковые (моренные) отложения.

В целом для этих отложений характерно: несортированность, неслоистость, высокая плотность (коэффициент пористости 0,5), слабая окатанность и обилие крупно-обломочной фракции.

Нерасчлененные ледниковые (моренные) отложения представлены преимущественно песком гравелистым, реже – супесью пылеватой гравелистой и галечниковой, песком средней крупности, гравийным грунтом с заполнителем песком мелким, содержащими валунов размером до 0,5 м около 15 % (в среднем от 5 % до 10 %), гальки слабой окатанности размером менее 10 см от 10 % до 30 %, гравия от 10 до 20 %.

Песчаные грунты малой и средней степени водонасыщения, водонасыщенные, супесчаные – твердой, пластичной и текучей консистенции с нечеткими прослойками песка мелкого средней степени водонасыщения и водонасыщенного.

Грунты плотные, ниже уровня подземных вод обводненные. Цвет коричневый и серый с различными оттенками.

Для указанных разновидностей морены характерны незакономерные переходы как по глубине, так и по простиранию, в связи с чем разделить их в плане и на разрезе не представляется возможным.

Вскрытая мощность морены от 1,3 до 4,9 м.

СКАЛЬНЫЕ ГРУНТЫ (AR) (ИГЭ-7) залегают в районе узла учёта № 2, в основании разреза, на глубине от 2,4 до 4,8 м, имеют неровную кровлю.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	30
------	---	----

ИГЭ-7 – гранито-гнейс серый, мелкозернистый, прочный, неразмягчаемый, слаботрещиноватый (RQD = 80 %).

Вскрытая мощность скальных грунтов от 1,6 до 2,6 м.

## **2.5 Сейсмические условия**

Сейсмичность района расположения сооружений хвостового хозяйства в соответствии с СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II- 7- 81\*» (карта ОСР-2015-С): 7 баллов шкалы MSK – 64.

По данным Технического отчета по результатам сейсмического микрорайонирования 5102-19030-ИИ-01-ГФ значение уточненной исходной сейсмичности для карты ОСР-2015-А составило  $I_1=5,27$  балла, для карты ОСР-2015-В –  $I_2=5,68$  балла, и для карты ОСР-2015-С –  $I_3=6,65$  балла по шкале MSK-64.

На основе значений уточненной исходной сейсмичности были получены значения расчетной сейсмичности. Для периода  $T = 1000$  лет средняя расчетная сейсмичность составила 5,35 балла, для  $T = 5000$  – 6,36 балла. Для проектирования гидротехнических сооружений была определена расчетная сейсмичность для событий уровня ПЗ и МРЗ. Средние значения данных величин составляют  $I_{ПЗ} = 4,98$  балла и  $I_{МРЗ}=6,36$  балла. Значения расчетной сейсмичности для сооружений хвостового хозяйства приведены в таблицах 5 и 6 Технического отчета по результатам сейсмического микрорайонирования 5102-19030-ИИ-01-ГФ.

Грунты, слагающие площадку, относятся ко II и III категории по сейсмическим свойствам.

## **2.6 Влияние технологических взрывов в карьере рудника «Железный» на ограждающие дамбы**

Рудник «Железный» располагается на расстоянии 4000 м от ограждающих дамб хвостохранилища (минимальное расстояние до дамбы № 1).

Магнитуда колебаний от взрывов составляет менее 5 баллов (определена в соответствии с приложениями В, Г, Д, Е «ГОСТ Р 57546-2017 Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности»).

При таком значении сейсмичности не требуется специальных расчетов устойчивости сооружений и выполнения мероприятий по защите ГТС от сейсмического воздействия (п.8.5 ПБ 03-438-02). Также, на площадках с расчетной сейсмичностью менее 7 баллов не требуется специальных расчетов, предусмотренных СП 14.13330.2018.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	31
------	---	----



### 3 Состав объектов хвостового хозяйства

В состав объектов хвостового хозяйства АО «Ковдорский ГОК» входят:

- ограждающие дамбы № 1, № 4;
- дамбы экспериментальной карты ЭК (карты № 1) Д1, Д2, Д3, Д4;
- дамбы карты № 2 (в процессе наращивания);
- система гидротранспорта (железобетонные лотки, пульпонасосная станция ПНС-1, ПНС-1А; магистральные пульповоды; распределительные пульповоды);
- система оборотного водоснабжения (водоприемный колодец ВК-3; водоотводящий коллектор; камера переключения; НОВ-2; водоводы оборотного водоснабжения);
- системы дренажа и водоотведения (дренажные канавы; дренажная насосная станция; водоводы; водоперепускные трубы; Маркизова лужа; вторичный отстойник, выпуск № 6).

ГТС 2 поля хвостохранилища расположены в долине р. Можель, которая перекрывается дамбами № 1 и № 4. Река Можель впадает в 1 поле хвостохранилища. Р. Нижняя Ковдора, протекающая ниже по рельефу ограждающей дамбы № 4 на расстоянии 1550 м от ее подошвы, влияния на режим эксплуатации и безопасность ГТС хвостохранилища не оказывает.

Поступление поверхностных вод с площади водосбора происходит, в основном, за счёт поверхностного стока с южного борта 2 поля, формирующегося во временные водотоки: ручьи Черный, Каменный, Песчаный и Безымянный.

Максимальный расход воды водотоков, впадающих непосредственно во 2 поле, 1 % обеспеченности – 6,37 м<sup>3</sup>/с, 0,1 % обеспеченности (основной расчетный случай) – 8,09 м<sup>3</sup>/с, 0,01 % обеспеченности (поверочный расчетный случай) – 9,55 м<sup>3</sup>/с.

Максимальный расход воды водотоков, с учетом перекачиваемых из 1 поля расходов р. Можель, составляет для 1 % обеспеченности – 9,57 м<sup>3</sup>/с, 0,1 % обеспеченности (основной расчетный случай) – 12,15 м<sup>3</sup>/с, 0,01 % обеспеченности (поверочный расчетный случай) – 14,35 м<sup>3</sup>/с.

В ограждающей дамбе водопропускных сооружений не предусмотрено.

Максимальная проектная отметка заполнения 2 поля (за пределами карт № 1 и № 2) хвостами – 289,50 м, фактическая изменяется от 289,50 до 285,00 м в направлении от дамбы № 4 к южному борту и от 287,00 до 284,75 м – от карты № 2 к прудку-отстойнику.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	32
------	---	----

В хвостохранилище складировются хвосты обогащения магнетит-апатитовой руды (МАР) и апатит-штаффелитовой руды (АШР) в соответствии с протоколами биотестирования № 441-09, 442-09, 443-09, 444-09 и 445-09 от 27.09.2018 г., письмом ФГБУ «ФЦАО» № 05/323 от 30.10.2018 г. и письмом Управления Росприроднадзора по Мурманской области № 04/3667 от 13.11.2018 г. (приложение К), класс опасности хвостов – V.

Для складирования хвостов выше отметки 290.00 м проектом «Наращивание I и IV дамбы 2-го поля хвостохранилища» (шифр 569П-2010, ООО НИПЭЦ «Промгидротехника», 2018 г.), а также рабочей документацией «Проект эксплуатации карты № 1 II поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК» (шифр 1123П-2016, ООО НИПЭЦ «Промгидротехника», 2017 г.) был предусмотрен переход к картовой схеме заполнения 2 поля хвостохранилища. В рамках реализации указанных проектных решений выполняются работы по отсыпке дамб карт № 1 и № 2.

Согласно Российскому регистру ГТС класс комплекса ГТС 2 поля хвостохранилища АО «Ковдорской ГОК» – I (код ГТС в реестре 202470000434700).

В регистр внесена информация о существующих и запроектированных в составе Проектной документации «Наращивание I и IV дамбы 2-го поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК» (шифр 569П-2010, ООО НИПЭЦ «Промгидротехника», 2018 г.) гидротехнических сооружениях:

- Северная дамба – запроектированная дамба, ограничивающая хвостохранилище с Севера, включающая существующие дамбы № 1 и № 4, дамбы Д2 и Д3 карты № 1, проектируемые дамбы карт № 2 и № 3;
- Южная дамба – запроектированная дамба, ограничивающая хвостохранилище с Юга, продолжение дамбы Д4 карты № 1;
- Дамба IV (за пределами карты № 2, РД2) – участок существующей дамбы № 4 за пределами карт № 1 и № 2;
- Разделительная дамба № 1 – существующая дамба Д1 карты № 1;
- Водоотводной канал – запроектированный канал вдоль Южной дамбы для отвода профильтровавшихся через Южную дамбу вод и стока ручьев, впадающих во 2 поле, в пруд-отстойник;
- Плотина вторичного отстойника – существующее сооружение.

### **3.1 Ограждающие дамбы № 1, № 4**

Ограждающая дамба № 1 ограничивает 2 поле хвостохранилища с северо-западной стороны. Дамба № 1 была сформирована намывным способом при заполнении 1 поля хвостохранилища. На сегодняшний день она является бортом карьера тех-

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	33
------	---	----

ногенного месторождения (1 поле хвостохранилища), из которого производится выемка хвостов. Со стороны 2 поля от верхового откоса дамбы № 1 отмыт пляж длиной до 2,2 км, поэтому фактически она не представляет собой напорного сооружения для 2 поля.

Установленная на дамбе № 1 КИА (поверхностные марки и пьезометры) предназначена для контроля устойчивости борта карьера. Деформации низового откоса дамбы № 1 (борта карьера) не приведут к прорыву воды из 2 поля в 1 поле.

Отметка гребня дамбы – 290,00 м, максимальная высота – 36,0 м, длина по гребню – 1050,00 м, ширина по гребню – 10,0 м. Средняя крутизна низового откоса – 1:3,14.

Ограждающая дамба № 4 ограничивает 2 поле хвостохранилища с северной и восточной сторон, образована первичной дамбой из супесчаных грунтов с отметкой гребня 248,00 м и намывной дамбой выше отметки 248,00 м и, по факту, является упорной призмой 2 поля.

Отметка гребня дамбы – 290,00 м, максимальная высота – 62,5 м, длина по гребню 4310 м, ширина по гребню – 10,0 м, средняя крутизна низового откоса – 1:4,0.

На ПК-50 в теле дамбы №4 в железобетонной диафрагме 5,0×5,0×3,0 м с замком из глины проложен водосбросной коллектор DN2200, длиной 1648 м с отметкой входа в верхнем бьефе 253,00 м и отметкой выхода в нижнем бьефе 233,50 м.

### **3.2 Дамбы карты № 1 (ЭК) и карты № 2**

Для складирования хвостов выше отметки 290.00 м проектом «Наращивание I и IV дамбы 2-го поля хвостохранилища» (шифр 569П-2010, ООО НИПЭЦ «Промгидротехника», 2018 г.) был предусмотрен переход к картовой схеме заполнения 2 поля хвостохранилища.

Для отладки этой технологии в производственных условиях было решено организовать в контуре первой проектной карты экспериментальную карту, на которой отрабатываются все элементы новой схемы эксплуатации 2 поля хвостохранилища выше отметки 290,00 м.

Согласно рабочей документации «Проект эксплуатации карты № 1 II поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК» (шифр 1123П-2016, ООО НИПЭЦ «Промгидротехника», 2017 г.) по периметру карты № 1 предусмотрено возведение:

- восточной дамбы Д1 (с переменной отметкой гребня 318,00 – 312,00 м);
- северной дамбы Д2 (с отметкой гребня 318,00 м);
- западной дамбы Д3 (с переменной отметкой гребня 318,00 – 312,00 м);
- южной дамбы Д4 (с отметкой гребня 312,00 м).

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>34</b>
-------------	---	-----------

Согласно проекту «Наращивание I и IV дамбы 2-го поля хвостохранилища» (шифр 569П-2010, ООО НИПЭЦ «Промгидротехника», 2018 г.) с восточной стороны от карты № 1 выполняется отсыпка дамб карты № 2.

Дамбы карты № 1 (ЭК) и карты № 2 конструктивно представляют собой упорные призмы, в состав которых входят дамбы обвалования, отсыпаемые в несколько ярусов из вскрышных пород и намывные отложения (хвосты). Отсыпаются по одной технологии и имеют в поперечных сечениях одинаковые конструктивные размеры. Заложение низового и верхового откосов – 1:1.

### **3.3 Система гидотранспорта**

Система гидравлического транспорта хвостов обеспечивает подачу пульпы от обогатительной фабрики до хвостохранилища. Тип транспортировки – напорный, сброс пульпы ведется рассредоточенным способом от дамбы № 4 и торцевым в ЭК (карта № 1) и карту № 2.

В состав системы входят следующие сооружения:

- пульпонасосная станция (ПНС-1), которая состоит в старой части из пяти зумпфов № 1, 2 (рабочие), № 3, 4(резерв), 5 (аварийный), насосных агрегатов № 4 ГрАТ 1800/67, пяти насосных агрегатов № 1, 2, 3, 5, 6 Warman 14/12, подающих питание на гидроциклоны участка ППФ и ПБК обогатительного комплекса, одного насосного агрегата 1ГРТ1250/71 № 7А для аварийной откачки с пятого зумпфа; в новой части – из зумпфов №№ 6, 7, 8, 9 и шести насосов 1ГРТ1250/71, служащих для транспортировки отвальных продуктов переработки МАР на стадии отделения ЖРК из зумпфа 7 и подачи осветленной воды из зумпфов 6, 8, 9 (внутренний водооборот) на магнитную сепарацию участка обогащения МАР;
- пульпонасосная станция ПНС-1А, расположенная в корпусе обогащения АБОФ, состоящая из зумпфов № 1...4 в старой части и зумпфов № 5... 8 в новой части, а также двух аварийных зумпфов, восьми агрегатов, состоящих из 16 насосов Warman 20/18, работающих в спарке (насос в насос) в две ступени;
- два железобетонных лотка (старая и новая часть) (сечением 0,8 × 1,2 м, длиной 110 м) между корпусом обогащения МОФ и ПНС-1;
- два железобетонных лотка № 1 и № 2 (старая и новая часть) (сечением 3,1 × 2,5 м, длиной 163 м) между корпусом АБОФ и ПНС-1А;
- девять пульповодов диаметром 530 мм, длиной 300 ÷ 435 м между корпусами ПНС-1 и АБОФ; транспортирующих хвосты рудных секций участка обогащения;

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	35
------	---	----

- пять магистральных пульповодов № 3, 4 от зумпфов 1...4 и № 1, 2, 5 от зумпфов 5 – 8 диаметром 1220 – 820 мм от АБОФ до карты № 1 2 поля хвостохранилища;
- один магистральный пульповод № 6 диаметром 820 мм от зумпфа № 6 корпуса промывки АШР до 1 карты 2 поля хвостохранилища;
- один распределительный пульповод № 4 диаметром 1220 мм и 1020 мм, длиной 2400 ÷ 4300 м с горизонтальными выпусками диаметром 200 мм, установленными с шагом 20 м, предназначенный для равномерного складирования отвальных хвостов обогатительного производства в карту № 1 2 поля хвостохранилища;
- распределительные пульповоды.

Концевая часть распределительных пульповодов, уложенных по дамбе № 4, заведена вглубь хранилища на 125,0 м, за пределы упорной призмы. В нижнюю часть распределительных пульповодов врезаны пульповыпуски диаметром 200 мм, длиной 6,0 – 8,0 м, расстояние между выпусками – 15,0 – 20,0 м. Выпуски оборудованы шланговыми затворами. В качестве аварийной емкости служат зумпфы ПНС-1 и ПНС- 1А, рассчитанные на прием всей пульпы АБОФ в течение 30 мин.

### **3.4 Система оборотного водоснабжения**

Система оборотного водоснабжения предназначена для забора осветленной воды из отстойного пруда хвостохранилища и подачи по водоводам оборотной воды на обогатительную фабрику в технологический процесс.

В состав системы входят:

- железобетонный водоприемный колодец (ВК-3) шандорного типа, состоящий из двух водоприемных камер, имеющих по два водоприемных окна, максимальная пропускная способность одной камеры – 12,95 тыс. м<sup>3</sup>/ч (3,6 м<sup>3</sup>/с), двух – 25,9 тыс. м<sup>3</sup>/ч (7,2 м<sup>3</sup>/с);
- стальной водоотводящий коллектор диаметром 2200 мм длиной около 1700 м, проложенный под дамбой в железобетонном кожухе, пропускная способность – 25,9 тыс. м<sup>3</sup>/ч;
- камера переключения на коллекторе для регулирования подачи воды в насосную станцию оборотной воды и вторичный отстойник;
- насосная станция оборотной воды (НОВ-2), расположенная в нижнем бьефе дамбы № 4, оборудованная шестью насосами Д6300-80;
- два водовода из стальных труб диаметром 1220 – 1420 мм подземной прокладки длиной 4544 м каждый для подачи воды от НОВ-2.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	36
------	---	----

Осветленная в прудке-отстойнике хвостохранилища вода через шандорную стенку переливом поступает в колодец ВК-3, затем по водосбросному коллектору через камеру переключения вода направляется на НОВ-2. Также в данной камере переключения предусмотрена возможность подачи оборотной воды во вторичный отстойник.

В корпус НОВ-2 осветленная оборотная вода от камеры переключения поступает двумя вводами DN1200 из хвостохранилища и двумя вводами DN200 из дренажной насосной станции (ДНС).

Водоводы оборотной воды входят в общий сборный стальной трубопроводный коллектор диаметром 1200 мм.

Далее от сборного коллектора вода распределяется по шести повысительным насосам двустороннего входа типа Д6300-80 поз. (1М), (2М), (3М), (4М), (5М), (6М), которые нагнетают воду по двум подземным водоводам (DN1200) на фабрику. В нормальном режиме в каждый водовод качают по одному работающему насосу, а два насоса находятся в резерве.

### **3.5 Система дренажа и водоотведения**

В состав системы дренажа и водоотведения входят следующие сооружения:

- дренажные канавы на бермах с отметками 238,00 м, 248,00 м, 252,00 м и вдоль подошвы пионерной дамбы;
- дренажная насосная станция фильтрационных вод (ДНС) в непосредственной близости от НОВ-2, установленная в приемке для сбора дренажных вод с западной стороны дамбы и служащая для подачи воды в НОВ-2;
- канава для отвода поверхностного стока от низового откоса дамбы глубиной 2,1 м, шириной по верху 1,3 м, расчетная пропускная способность – 3,7 м<sup>3</sup>/с;
- водоводы из двух стальных труб диаметром 1200 мм от камеры переключения;
- система водоперепускных труб из дренажных канав в водоотводной канал. Глубина канала – 1,6 м, ширина по верху – 2,5 м, расчетная пропускная способность – 9,0 м<sup>3</sup>/с;
- Маркизова лужа выполняет функции аккумулирующей ёмкости, образована сообразно рельефу в естественной выемке, в которую поступают дренажные воды с ближних пикетов дамбы № 4 и поверхностный сток. Сток из Маркизовой лужи зарегулирован к дренажной насосной станции, расположенной у НОВ-2, по водоотводному каналу шириной по дну 2,0 м, длиной 2300 м, пропускной способностью – 9 м<sup>3</sup>/с;

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	37
------	---	----



- водоотводной канал в нижнем бьефе дамбы Д4 (южной дамбы) предназначен для сбора и транспортировки в прудок-отстойник 2 поля хвостохранилища профильтровавшейся через тело дамбы Д4 воды, паводкового стока с южного борта хвостохранилища и водоотлива 1 поля. Длина канала – 1036,7 м, ширина по дну – 2,0 м, заложение откосов – 1:1,5.
- вторичный отстойник вместимостью 900 тыс. м<sup>3</sup>.

В состав вторичного отстойника входят следующие сооружения:

- плотина высотой 10,0 м, длина по гребню – 338,0 м, отметка гребня – 228,00 м;
- разделительная дамба (отметка гребня – 227,00 – 227,50 м) внутри вторичного отстойника, предназначенная для увеличения времени нахождения воды в отстойнике с целью ее очистки;
- водопропускные трубы (3 шт. диаметром 1020 мм и 1 труба аварийная) в разделительной дамбе;
- водосбросные железобетонные трубы диаметром 1200 мм для сброса воды из вторичного отстойника – 2 шт., проложенные в левом примыкании плотины на отметках 224,30 м и 223,60 м;
- аварийный водосброс трапецеидального сечения с лотком в правой части плотины для сброса воды из вторичного отстойника в р. Можель;
- водосбросной канал для отвода воды от водосбросных труб в р. Можель, глубина канала – 2,4 м, ширина по верху – 2,8 м.

Из вторичного отстойника вода поступает в водосбросной канал, а затем по отводному каналу направляется в русло р. Можель, впадающей в р. Н. Ковдора.

### **3.6 Обследование объектов хвостового хозяйства**

#### **3.6.1 Обследование гидротехнических сооружений хвостового хозяйства**

По результатам проведенного обследования сооружений 2 поля хвостового хозяйства АО «Ковдорский ГОК» составлен «Акт предпроектного обследования гидротехнических сооружений хвостового хозяйства АО «Ковдорский ГОК» от 25.10.2021 г. (Приложение А).

#### **3.6.2 Обследование пульповодов от ПНС-1А до хвостохранилища**

Результаты обследования пульповодов приведены в «Заключении по результатам обследования строительных конструкций пульповодов № 3, 4, 5 от ПНС-1А до хвостохранилища, пульповодов № 1 и № 2 от промывки АШР до хвостохранилища» 5102-19025-ОТ-01-053.03.03-ОБ1, выполненного на основании договора №19025 от 04.07.2019 г.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	38
------	---	----



### 3.6.3 Обследование дренажной насосной станции (ДНС)

Результаты обследования ДНС приведены в «Заключении по результатам обследования строительных конструкций дренажной насосной станции хвостохранилища» 5102-19025-ОТ-01-053.10.01-ОБ1, выполненного на основании договора №19025 от 04.07.2019 г.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>39</b>
-------------	---	-----------

## 4 Реконструкция объектов хвостового хозяйства

В состав реконструкции объектов хвостового хозяйства АО «Ковдорский ГОК» входят следующие проектируемые и реконструируемые объекты:

- 2 поле хвостохранилища, включающее ограждающую дамбу с максимальной отметкой гребня при завершении эксплуатации в 2045 г. – 318,00 м (наращивание существующих ограждающих дамб № 1, № 4, дамб ЭК № 1 и карты № 2);
- Пульпонасосная станция № 2 (ПНС-2) для обеспечения складирования хвостов на заданные отметки (проектируемое сооружение);
- Магистральные и распределительные пульповоды от ПНС-2 до 2 поля хвостохранилища (проектируемое сооружение);
- Пульпопровод от АБОФ до ПНС-2 (проектируемый участок существующего сооружения);
- Аварийная емкость № 1 и № 2 (проектируемые сооружения);
- Система обратного водоснабжения:
  - а) Шандорный колодец для забора осветленной воды (проектируемое сооружение);
  - б) Водоподводящие железобетонные коллекторы, диаметром 1420 мм каждый, для подачи воды на НОВ-3 (проектируемое сооружение);
  - в) Насосная станция обратного водоснабжения НОВ-3 для подачи осветлённой воды из отстойного пруда хвостохранилища в существующую систему обратного водоснабжения (проектируемое сооружение);
  - г) Водоводы обратного водоснабжения от НОВ-3 до существующей трассы диаметром 1220 мм (проектируемое сооружение);
  - д) Узлы переключения водоводов от НОВ-3 и от ДНС, обеспечивающие подключение новых водоводов обратного водоснабжения (проектируемые сооружения);
- Водосбросная труба от НОВ-3 во вторичный отстойник для сброса излишков воды из отстойного пруда 2 поля хвостохранилища (проектируемое сооружение);
- Дренажная насосная станция (реконструкция);
- Маркизова лужа (реконструкция);
- Вторичный отстойник, включающий устройство перелива между секциями за счет водосбросов № 1, № 2 (проектируемые сооружения);
- Узлы учета № 1...4 с коллекторами (проектируемые сооружения).

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>40</b>
-------------	---	-----------

Согласно Постановлению Правительства РФ от 5 октября 2020 г. N 1607 «Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений», класс ГТС хвостового хозяйства, непосредственно воспринимающих напор (ограждающая дамба, шандорный колодец, водоподводящие железобетонные коллекторы, НОВ-3), после реконструкции – I.

## 4.1 2 поле хвостохранилища

### 4.1.1 Ограждающая дамба

Проектируемая ограждающая дамба ограничивает 2 поле хвостохранилища с северо-западной, северной и северо-восточной сторон.

Возводится ограждающая дамба путём поэтапной отсыпки дамб ярусами высотой 4,0 м на намывные отложения хвостов предыдущего яруса. Упорной призмой для ограждающей дамбы будут являться дамба № 4, дамба № 1, дамбы Д2 и Д3 карты № 1, северная дамба карты № 2. Кроме того, в состав ограждающей дамбы входят Западная и Восточная дамбы, располагающиеся соответственно в западной и восточной оконечностях ограждающей дамбы и выполняющие роль упорных призм в местах, где какие-либо ограждающие сооружения на данный момент отсутствуют.

Конечная отметка гребня ограждающей дамбы при завершении эксплуатации в 2045 году – 318,00 м. Высота наращивания ограждающей дамбы (от отметки 290,00 м) составит 28,0 м. Максимальная общая высота ограждающей дамбы с учетом существующей дамбы № 4 составит 90,0 м. Таким образом, согласно Постановлению Правительства РФ от 5 октября 2020 г. N 1607 «Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений», ограждающая дамба является гидротехническим сооружением I класса.

Основные параметры ограждающей дамбы приведены в таблице 4.1.

**Таблица 4.1 – Основные параметры ограждающей дамбы**

Параметр	Величина
Класс гидротехнического сооружения	I
Отметка гребня	318,00 м
Максимальная высота дамбы	90,0 м
Длина по гребню	7142,50 м
Ширина по гребню	15,00 м
Высота яруса	4,0 м
Генеральное заложение низового откоса дамбы	1:5,25
Максимальная отметка воды в прудке	316,00 м

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>41</b>
-------------	---	-----------

Параметр	Величина
Максимальная отметка отложения хвостов у гребня дамбы	317,50 м
Минимальная длина надводного пляжа	100,0 м

Длина пляжа, отметки отложения хвостов и воды в прудке приняты в соответствии с ПБ 03-438-02 «Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов» (пункты 8.15, 8.17, 8.18).

Чертежи по ограждающей дамбе приведены в томе 5.7.2: 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ2-053.03.00.

Ярус ограждающей дамбы в конструктивном отношении представляет собой каменно-набросную плотину с противофильтрационным экраном на основании из хвостов пляжа. Тело данной плотины отсыпается из грунтов вскрышных пород карьеров МАР и АШР с заложением верхового и низового откоса 1:1,5. Экран отсыпается из хвостов пляжной зоны, заложение верхового откоса 1:2,5. Между грунтом тела яруса дамбы и хвостами экрана в качестве обратного фильтра для предотвращения суффозии (выноса хвостов) укладывается геотекстиль плотностью 300 г/м<sup>2</sup>. Верховой откос и гребень яруса дамбы крепится щебнем фр. 40-70 мм, толщина крепления верхового откоса – 0,2 м, гребня – 0,3 м. Отметки гребня ярусов ограждающей дамбы составляют 294,00; 298,00; 302,00; 306,00; 310,00; 314,00 и 318,00 м.

Западная и Восточная дамбы, входящие в состав ограждающей дамбы, в конструктивном отношении представляют собой каменно-набросную плотину с ядром в качестве противофильтрационного элемента, на естественном основании. Отметка гребня Западной дамбы – 302,00 м, Восточной дамбы – 306,00 м, ширина по гребню дамб – 15,0 м. Тело дамб отсыпается из грунтов вскрышных пород карьеров МАР и АШР с заложением верхового откоса 1:2,5 и низового откоса 1:1,5. На низовом откосе через каждые 4,0 м по высоте устраиваются бермы шириной 15,0 м, таким образом, выдерживая общее генеральное заложение низового откоса ограждающей дамбы. Ядро дамб отсыпается из хвостов пляжной зоны. Ширина ядра по верху 8,0 м, заложение откосов 1:0,4. Сопряжение ядра дамбы с основанием выполняется при помощи зуба из хвостов. Зуб имеет ширину по низу 5,0 м и заглубляется в скальное основание или основание, имеющее аналогичный или меньший коэффициент фильтрации, на глубину минимум 0,5 м. Между грунтом тела дамбы и хвостами ядра, как со стороны прудка, так и со стороны нижнего бьефа, укладывается геотекстиль для предотвращения суффозии грунтов.

На гребень и бермы дамбы предусмотрены въезды с расстоянием между ними, не превышающим 2,0 км, согласно п. 8.12 ПБ 03-438-02 «Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов». Въезды на гребень расположены в районе пикетов ПК 0, ПК 10, ПК 24, ПК 40, ПК 60 и ПК 71+42,50.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>42</b>
-------------	---	-----------

Основанием каждого яруса наращивания ограждающей дамбы служит намывной песчаный грунт – хвосты пляжной зоны (ИГЭ-3а).

Основание Западной дамбы сложено насыпными грунтами смешанного состава, намывным песчаным грунтом, нерасчлененными ледниковыми (моренными) отложениями, супесью дресвяной, дресвяно-щебенистым грунтом и скальными грунтами – гранито-гнейсами (ИГЭ - 2, 3а, 5, 6б, 6в, 7а, 7б).

Основание Восточной дамбы сложено нерасчлененными ледниковыми (моренными) отложениями, дресвяно-щебенистым грунтом и скальными грунтами – гранито-гнейсами (ИГЭ - 5, 6в, 7а, 7б).

Характеристики грунтов основания дамб приведены в томе 5102-19030-ИИ-01-ИГИ1.

Физико-механические характеристики грунтов вскрышных пород карьеров МАР и АШР, отсыпаемых в тело дамб, должны соответствовать следующим параметрам:

- плотность частиц грунта – не менее 2,70 т/м<sup>3</sup>;
- коэффициент размягчаемости – не менее 0,75 д.е.;
- морозостойкость – не менее F100;
- осредненный грансостав:
  - более 200 мм – не более 25 % (более 400 мм допускаются только единичные включения);
  - от 10 до 200 мм – 30 %;
  - от 2 до 10 мм – 10 %
  - менее 2 мм – 35 %;
- коэффициент фильтрации – не менее 0,5 м/сут;
- плотность грунта после уплотнения – от 2,0 до 2,2 т/м<sup>3</sup>;
- прочностные характеристики:
  - угол внутреннего трения – не менее 25 градусов;
  - сцепление – не менее 1,0 кПа;
  - модуль деформации – не менее 15 МПа.

Физико-механические характеристики щебня для крепления гребня, берм и откосов дамб приняты следующие:

- коэффициент размягчаемости – не менее 0,8 д.е.;
- марка М1000;
- марка по морозостойкости – не менее F150;
- удельный вес – 21,90 кН/м<sup>3</sup>;

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>43</b>
-------------	---	-----------

- сцепление – 0,01 кПа;
- угол внутреннего трения – 38 градусов.

Физико-механические характеристики хвостов пляжной зоны, укладываемых в экран и ядро дамб (грунт ИГЭ-3а), должны соответствовать следующим параметрам:

- влажность – не более 15 % (или оптимальная по результатам опытного уплотнения);
- плотность грунта после уплотнения – от 2,0 до 2,2 т/м<sup>3</sup>;
- угол внутреннего трения – не менее 25 градусов;
- сцепление – не менее 3,0 кПа;
- модуль деформации – не менее 10,0 МПа;
- коэффициент фильтрации – не более 0,5 м/сут.

Коэффициент уплотнения грунта при отсыпке в насыпи принять 0,95 от максимальной плотности грунта, уплотняемого при оптимальной влажности.

Ведомость основных объемов работ по ограждающей дамбе представлена в таблице 4.2 и на чертеже тома 5.7.2: 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ2-053.03.00 лист 3.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	44
------	---	----

**Таблица 4.2 – Ведомость основных объемов работ по ограждающей дамбе**

Наименование работ	Ед. изм.	Западная дамба 2024 г.	Восточная дамба 2024 г.	1 ярус 2022 г.	2 ярус 2024 г.	3 ярус 2025 г.	4 ярус 2028 г.	5 ярус 2031 г.	6 ярус 2035 г.	7 ярус 2040 г.	Всего
Выемка грунтов, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	30,1	12,0	–	0,1	0,1	0,4	0,6	0,4	0,5	<b>44,2</b>
– выемка мягких грунтов	тыс.м <sup>3</sup>	23,4	8,5	–	0,1	0,1	0,4	0,6	0,4	0,5	<b>34,0</b>
– выемка скальных грунтов	тыс.м <sup>3</sup>	6,7	3,5	–	–	–	–	–	–	–	<b>10,2</b>
Насыпь грунтов, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	147,8	129,3	409,1	422,3	418,9	479,3	553,1	744,2	860,9	<b>4164,9</b>
– тело дамбы из грунтов вскрышных пород карьеров МАР и АШР	тыс.м <sup>3</sup>	86,1	91,2	326,0	337,5	333,8	381,8	437,7	585,1	686,1	<b>3265,3</b>
– экран из хвостов пляжа	тыс.м <sup>3</sup>	–	–	57,0	58,4	58,5	66,7	77,5	106,6	119,4	<b>544,1</b>
– крепление откоса щебнем фр. 40-70 мм t=0,2 м	тыс.м <sup>3</sup>	–	–	8,9	9,0	9,1	10,4	12,2	16,8	18,6	<b>85,0</b>
– крепление гребня/берм щебнем фр. 40-70 мм t=0,3 м	тыс.м <sup>3</sup>	4,4	2,6	17,2	17,4	17,5	20,4	25,7	35,7	36,8	<b>177,7</b>
– ядро из хвостов	тыс.м <sup>3</sup>	27,2	23,5	–	–	–	–	–	–	–	<b>50,7</b>
– зуб из хвостов	тыс.м <sup>3</sup>	30,1	12,0	–	–	–	–	–	–	–	<b>42,1</b>
Укладка геотекстиля	тыс.м <sup>2</sup>	10,4	6,2	40,0	40,7	40,7	46,7	55,5	77,5	84,0	<b>401,7</b>
Подготовка ложа хвостохранилища (очистка от леса и кустарника)	тыс.м <sup>2</sup>	–	–	513,6	389,3	426,1	448,3	464,9	511,6	599,7	<b>3353,5</b>



#### 4.1.2 Расчетное обоснование конструкции ограждающей дамбы

Расчетное обоснование конструкции ограждающей дамбы выполнено ООО «Диагностика сооружений». Технический отчет «Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа» приведен в Приложении Л.

Результаты расчетов устойчивости откосов ограждающей дамбы приведены в таблице 4.3.

**Таблица 4.3 – Результаты расчетов устойчивости откосов ограждающей дамбы**

Дамба	Сечение	Отметка гребня, м	Сочетание нагрузок	Коэффициент устойчивости	
				нормативный	расчетный
Западная часть дамбы	1 -1	302	основное	1,25	2,18
			основное (ядро из хвостов)	1,25	2,06
		318	основное	1,25	1,97
			особое	1,1875	1,78
			особое (ПЗ – 7 баллов)	1,1875	1,96
			особое (МРЗ – 8 баллов)	1,0625	1,88
Восточная часть дамбы	6-6	306	основное	1,25	2,03
			основное (ядро из хвостов)	1,25	1,82
		318	основное	1,25	1,74
			особое	1,1875	1,61
			особое (ПЗ – 7 баллов)	1,1875	1,65
			особое (МРЗ – 8 баллов)	1,0625	1,57
Северо-восточная часть дамбы	4-4	290	основное	1,25	2,21
			особое (без пляжа)	1,1875	1,82
		318	основное	1,25	1,98
			особое (без пляжа)	1,1875	1,83
			особое (ПЗ – 7 баллов)	1,125	1,78
			особое (МРЗ – 8 баллов)	1,125	1,61

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>46</b>
-------------	---	-----------

Таким образом, по результатам расчетного обоснования конструкции наращивания ограждающей дамбы 2 поля хвостохранилища до проектной отметки устойчивость откосов сооружения обеспечивается при статических и сейсмических нагрузках.

#### **4.1.3 Решения по рекультивации 2 поля хвостохранилища по окончании эксплуатации**

Проект рекультивации земель приведен в томе 12.8 Проектной документации.

Рекультивация 2 поля хвостохранилища направлена на восстановление ценности нарушенных земель и улучшение условий окружающей среды. В результате принятых решений рекультивации хвостохранилища, обеспечивается его безопасность для жизни, здоровья, интересов людей, окружающей среды и хозяйственных объектов.

Рекультивация нарушенных земель должна осуществляться в соответствии с ГОСТ 17.5.3.04-83. Выбор направления рекультивации определен в соответствии с требованиями ГОСТ 17.5.1.02-85 «Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации» и на основании технических условий (ТУ).

Согласно техническому заданию, хвостохранилище рассчитано на складирование хвостов до 2045 года. По завершению эксплуатации площадь хвостохранилища составит 10,81 млн. м<sup>2</sup> (в т.ч. 2,10 млн. м<sup>2</sup> на дополнительно отводимых землях лесного фонда в рамках реализации проекта реконструкции), площадь низовых откосов ограждающей дамбы – 0,85 млн. м<sup>2</sup>.

Основные мероприятия при рекультивации 2 поля хвостохранилища:

- предотвращение стока водных объектов на площадь хвостохранилища;
- осушение хвостохранилища и создание условий, не допускающих накопления воды при поступлении атмосферных осадков на площадь хвостохранилища;
- создание условий, способствующих образованию плодородного слоя на поверхности хвостохранилища для предотвращения пыления.

Предотвращение поступления стока водных объектов на территорию хвостохранилища достигается путем строительства обводного канала, перехватывающего сток от ручьев и рек, впадающих во 2 поле хвостохранилища: руч. Песчаный, Безымянный, Черный и Каменный, и отводящего его в бассейн р. Лейпи, минуя территорию 2 поля хвостохранилища.

Обводной канал имеет ширину по дну – 4,00 м, длину – 9250 м, крутизну откосов – 1:1,5. Уклон дна канала составляет 2,5 ‰. Пропускная способность при глубине заполнения 1,25 м составит 9,55 м<sup>3</sup>/с, что соответствует расходу 0,01% обеспеченности отводимых водных объектов. В ложе канала укладывается выравнивающий слой из песчаного грунта толщиной 0,1 м. На него укладывается геотекстиль, по геотекстилю

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	47
------	---	----

выполняется крепление скальным грунтом  $d_{ср}=100$  мм толщиной 0,3 м. Максимальная скорость течения воды в канале составит 1,3 м/с, что не превышает неразмывающую скорость для выбранного типа крепления. Со стороны 2 поля хвостохранилища вдоль канала устраивается берма шириной 7,0 м для организации инспекционной автодороги, с противоположной стороны устраивается берма шириной 5,0 м. Типовое поперечное сечение канала приведено на рисунке 4.1.

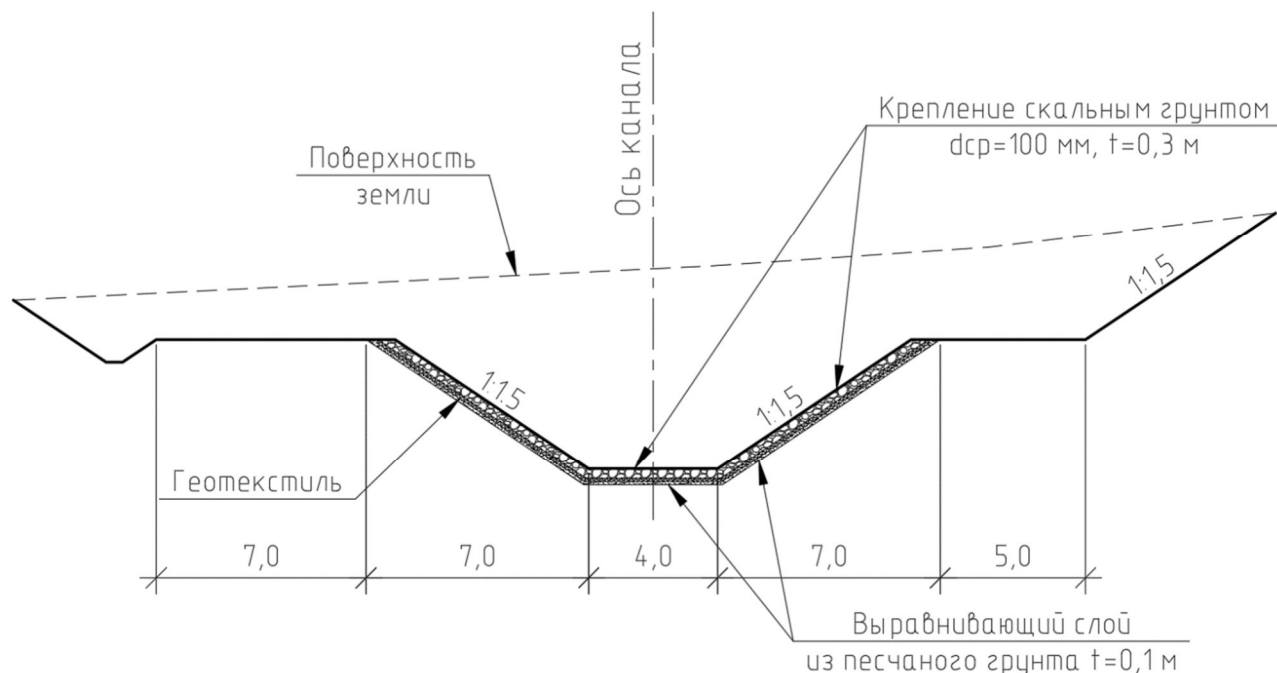


Рисунок 4.1 – Типовое поперечное сечение обводного канала

По завершению эксплуатации в 2045 году объем воды в прудке-отстойнике согласно водному балансу (Приложение Е) составит 10,4 млн. м<sup>3</sup>.

Отвод воды из 2 поля хвостохранилища на период строительства обводного канала и осушение хвостохранилища после завершения строительства обводного канала будет производиться при помощи шандорного колодца. Вода, переливом через шандорные кольца, будет поступать в водоподводящие железобетонные коллекторы и, далее во входной коллектор НОВ – 3. Из входного коллектора НОВ – 3 вода будет подаваться во вторичный отстойник по водосбросной трубе или на фабрику в систему оборотного водоснабжения. Данная схема водозабора предусматривает самотечный отвод воды из 2 поля хвостохранилища. Расход воды во вторичный отстойник регулируется таким образом, чтобы он не превышал максимальные расчетные значения для водосбросных сооружений вторичного отстойника.

С окончанием осушения прудка-отстойника, шандорный колодец и водоподводящие коллекторы выводятся из эксплуатации.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	48
------	---	----

После того, как верхний слой хвостов на осушенной территории подсохнет, для исключения образования искусственных кратковременных прудков на рекультивируемой поверхности хвостохранилища выполняется планировка, предусматривающая срезку гребней и засыпку возможных впадин, имеющих на техногенных образованиях, в том числе засыпка ложа бывшего прудка-отстойника в районе расположения шандорного колодца и срезка гребня ограждающей дамбы. Общая площадь территории подлежащей планировке составляет 10810 тыс. м<sup>2</sup>.

Далее, после выполнения планировки поверхности хвостохранилища для предотвращения пыления хвостов и скорейшего образования почвенного слоя на рекультивируемой территории выполняется создание дернины без нанесения плодородного слоя под полимерным покрытием, согласно технологии ГИ КНЦ РАН (г. Апатиты). Дернина создается по всей территории 2 поля хвостохранилища, включая низовые откосы ограждающей дамбы, на площади 11660 тыс. м<sup>2</sup>.

На основании сроков строительства обводного канала, осушения прудка-отстойника, планировки территории и работ по нанесению полимерного покрытия, продолжительность этапа технической рекультивации составит от 1 года до 1,5 лет.

Основные объемы работ при проведении рекультивации 2 поля хвостохранилища приведены в таблице 4.4.

**Таблица 4.4 – Ведомость основных объемов работ по рекультивации**

Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Строительство обводного канала			
Выемка местного грунта	тыс. м <sup>3</sup>	1849,8	
Насыпь грунтов, в т.ч.:	тыс. м <sup>3</sup>	86,3	
– насыпь местного грунта	тыс. м <sup>3</sup>	7,9	
– выравнивающий слой из песчаного грунта t=0,1 м	тыс. м <sup>3</sup>	20,4	
– крепление дна и откосов скальным грунтом d <sub>ср</sub> =100 мм, t=0,3 м	тыс. м <sup>3</sup>	58,0	
Укладка геотекстиля	тыс. м <sup>2</sup>	218,7	
2 поле хвостохранилища			
Планировка поверхности ложа хвостохранилища	тыс. м <sup>2</sup>	10810	
Нанесение полимерного покрытия	тыс. м <sup>2</sup>	11660	

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>49</b>
-------------	---	-----------

## 4.2 Повысительная пульпонасосная станция (ПНС-2)

Проектируемая пульпонасосная станция ПНС-2, расположена у борта 2 поля хвостохранилища, правее трассы пульповодов и предназначена для гидротранспорта хвостов, поступающих с АБОФ во 2 поле хвостохранилища. Необходимость ее строительства вызвана отсутствием возможности увеличения мощности насосного оборудования действующей ПНС-1А с учетом гидротранспорта хвостовой пульпы и увеличением отметки дамбы обвалования.

В ПНС-2 хвостовая пульпа с концентрацией твёрдого от 9 до 12 % поступает по пяти пульповодам диаметром 800 мм (3 рабочих, 2 резервных) в приемную коробку, расположенную над пульповыми зумпфами, и далее перетекает в сборный лоток.

В сборном лотке на отметке +14,50 м предусматривается перспективная возможность установки автоматического пробоотборника **поз. 7.3-ПО-(60)**, необходимость которого возможна при дальнейшем развитии обогатительного комплекса «МОФ» и «АБОФ», а также карьера «Железный». Далее пульпа поступает в распределительный желоб, в котором при помощи пяти щитовых затворов **поз. 7.3-ЗА-(61), 7.3-ЗА-(62), 7.3-ЗА-(63), 7.3-ЗА-(64), 7.3-ЗА-(65)** происходит распределение пульпы по зумпфам.

Всего в ПНС-2 предусматривается пять пульповых зумпфов, объединенных в единый блок. Четыре зумпфа **поз. 7.3-ЗФ-(1), 7.3-ЗФ-(2), 7.3-ЗФ-(3), 7.3-ЗФ-(4)** оснащены пульповыми насосами, а пятый зумпф **7.3-ЗФ-(5)** предназначен для сбора аварийного перелива. Емкость каждого рабочего зумпфа – 1200 м<sup>3</sup>, емкость аварийного зумпфа – 1000 м<sup>3</sup>. Для обеспечения контроля уровня пульпы все пульповые зумпфы оснащены датчиками уровня.

Постоянно в работе находятся два зумпфа, соответственно открыты два щитовых затвора.

Из зумпфов **поз. 7.3-ЗФ-(1), 7.3-ЗФ-(2), 7.3-ЗФ-(3), 7.3-ЗФ-(4)** пульпа насосными агрегатами **поз. 7.3-НС-(6), 7.3-НС-(7), поз. 7.3-НС-(8), 7.3-НС-(9)** типа Warman 28-24 и Metso MDM700 (2 рабочих, 2 резервных) транспортируется по двум линиям пульповодов DN1000 в чашу 2 поля хвостохранилища. Управление насосами дистанционное из диспетчерского пункта. Так же предусмотрено местное управление для наладки и испытания оборудования.

Внутри блока зумпфов организованы переливные перегородки на высоте 9,9 м от пола. Соответственно, при переполнении одного из зумпфов пульпа начинает поступать в соседние зумпфы. Зумпф аварийного перелива **поз.7.3-ЗФ-(5)** имеет переливную перегородку высотой 10,4 м, соответственно при аварийном отключении всего

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	50
------	---	----

насосного оборудования, его заполнение начинается только после заполнения четырех рабочих зумпфов. На случай переполнения всех зумпфов блока предусмотрен аварийный перелив, который направляет пульпу в дренажный лоток на отметке 0,00 м и далее пульпа самотеком по дренажному лотку направляется за пределы здания в наружную аварийную емкость, расположенную возле ПНС-2. Для того, чтобы исключить вымывания посторонних предметов за пределы ПНС-2, на выходе аварийного трубопровода из ПНС-2 предусматривается сетка с ячейкой 100 x 100 мм.

Для опорожнения пульповых зумпфов предусмотрены дренажные задвижки **7.3-3А-(38); 7.3-3А-(39); 7.3-3А-(40); 7.3-3А-(41); 7.3-3А-(42)**.

На всасывающих трубопроводах шламовых насосов, установлены задвижки с электроприводом **поз. 7.3-3А-(14); 7.3-3А-(15); 7.3-3А-(16); 7.3-3А-(17)**, подведена обратная вода для промывки всасов насосов в случае их зашламовки, а также размещаются дренажные задвижки с электроприводами **поз. 7.3-3А-(26); 7.3-3А-(27); 7.3-3А-(28); 7.3-3А-(29)**.

На напорных линиях шламовых насосов **поз. 7.3-НС-(6), 7.3-НС-(7), поз. 7.3-НС-(8), 7.3-НС-(9)** установлены обратные клапаны **поз. 7.3-3А-(46); 7.3-3А-(47); 7.3-3А-(48); 7.3-3А-(49)** и дренажные задвижки с электроприводами **поз. 7.3-3А-(34); 7.3-3А-(35); 7.3-3А-(36); 7.3-3А-(37)**.

Для защиты пульповых насосов статических и динамических нагрузок на трубопроводах всаса и нагнетания насосов установлены виброкомпенсаторы **поз 7.3-3А-(50); 7.3-3А-(51); 7.3-3А-(52); 7.3-3А-(53); 7.3-3А-(54); 7.3-3А-(55); 7.3-3А-(56); 7.3-3А-(57)**.

Для гидроуборки полов корпуса ПНС № 2, промывки всасов пульповых насосов, промывки распределительного желоба и гидроуплотнения сальников насосов используется обратная вода, которая подается по отдельным трубопроводам, подключенным к центральным водоводам, подающим воду на промплощадку обогатительного комплекса Ковдорского ГОКа. Для создания необходимого давления в системе оборотной воды на отм. 0,00 м установлены повысительные насосы **поз.7.3-НС-(14), 7.3-НС-(15)** (1 рабочий, 1 резервный).

Для подачи воды на уплотнения сальников шламовых насосов на отметке +14,50 м предусмотрен зумпф оборотной воды **поз. 7.3-3Ф-(6)**  $V=10 \text{ м}^3$  и дополнительные повысительные насосы высокого давления **поз.7.3-НС-(12), 7.3-НС-(13)** (1 рабочий, 1 резервный). Поддержание уровня в накопительном зумпфе автоматизировано, добавка свежей воды контролируется уровнемером.

Для сбора производственных стоков от гидроуборки помещения и пульпы, спускаемой из трубопроводов и зумпфов при остановке насосов, на отметке 0,00 м предусмотрен дренажный приямок.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	51
------	---	----



В дренажном приемке устанавливаются 2 дренажных полупогружных насоса **поз. 7.3-НС-(10), 7.3-НС-(11)** типа Metso VS100 L180 ОЗА НС (1 рабочий, 1 резервный), которыми в автоматическом режиме проливы откачиваются в распределительный желоб пульповых зумпфов. При переполнении дренажного приемка излишки пульпы через переливное окно поступают в дренажный лоток на отметке 0,00 м и далее пульпа самотеком направляется за пределы здания в аварийную емкость.

Схема цепи аппаратов по пульпонасосной № 2 приведена в томе 5.7.3: 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ-053.03.01-ТХ1.1.

Для осмотра и обслуживания в каждом пульповом зумпфе на отметке +14,50 м предусмотрены люк-лазы, размером 1000 x 1000 мм, со скобами для спуска внутрь.

Для монтажа, ремонта и обслуживания основного оборудования предусматривается мостовой опорный кран грузоподъемностью 50/10 т **поз.7.3-КРМ-(70)**. Кран предусматривает два способа управления, основной - радиоуправление и резервный – с кабельного подвешного пульта.

Для обслуживания и ремонта тележки мостового крана предусмотрена таль ручная грузоподъемностью 1 и 3,2 т **поз.7.3-ТР-(71), поз.7.3-ТР-(72)**.

Оперативное управление оборудованием пульпонасосной станции № 2 осуществляется оператором на основании показаний КИП.

Компоновочные решения по пульпонасосной № 2 приведены в томе 5.7.3: 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ-053.03.01-ТХ1.2.

Конструктивные решения и объемы работ по пульпонасосной № 2 приведены в томе 4.2 – 5102-19025-П-01-КР2.

Технологическая схема цепи аппаратов ПНС-2 включает в себя оборудование, представленное в таблице 4.5.

**Таблица 4.5 – Перечень технологического оборудования ПНС-2**

поз.	Наименование и техническая характеристика	Кол-во	Примечание
7.3-ЗФ-(1), 7.3-ЗФ-(2), 7.3-ЗФ-(3), 7.3-ЗФ-(4)	Зумпф V=1200 м <sup>3</sup>	4	
7.3-ЗФ-(5)	Зумпф накопительный (резервный) V=1000 м <sup>3</sup>	1	
7.3-НС-(6), 7.3-НС-(8),	Насос центробежный 28-24UY-GHPP, Warman Q= 8500 м <sup>3</sup> /ч, Ндв. =2800 кВт	2	(1-раб., 1-рез.)
7.3-НС-(7), 7.3-НС-(9)	Насос центробежный MDM 700, Metso Q= 8500 м <sup>3</sup> /ч, Ндв. =2800 кВт	2	(1-раб., 1-рез.)

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>52</b>
-------------	---	-----------



поз.	Наименование и техническая характеристика	Кол-во	Примечание
7.3-НС-(10), 7.3-НС-(11)	Насос дренажный VS100 L180 O3A НС, Ндв=30 кВт	2	(1-раб., 1-рез.)
7.3-3А-(61), 7.3-3А-(62), 7.3-3А-(63), 7.3-3А-(64), 7.3-3А-(65)	Щитовой затвор со штурвалом 2000х2000 типа ORINBOX с электроприводом	5	
7.3-3А-(14), 7.3-3А-(15), 7.3-3А-(16), 7.3-3А-(17)	Шиберный затвор DN1000 PN=1,6 МПа с электропри- водом, типа ISOGATE	4	
7.3-3А-(26), 7.3-3А-(27), 7.3-3А-(28), 7.3-3А-(29)	Задвижка дренажная DN200 с электроприводом	4	
7.3-3А-(34), 7.3-3А-(35), 7.3-3А-(36), 7.3-3А-(37)	Задвижка дренажная DN200 с электроприводом	4	
7.3- 3А-(38), 7.3-3А-(39), 7.3-3А-(40), 7.3-3А-(41), 7.3-3А-(42)	Задвижка дренажная DN200	5	
7.3-3А-(46), 7.3-3А-(47), 7.3-3А-(48), 7.3-3А-(49)	Клапан обратный поворотный DN1000 PN1.6 МПа	4	
7.3-3А-(50), 7.3-3А-(51), 7.3-3А-(52), 7.3-3А-(53), 7.3-3А-(54), 7.3-3А-(55), 7.3-3А-(56), 7.3-3А-(57)	Компенсатор DN1000	8	
7.3-3Ф-(6)	Зумпф металлический, V=10 м <sup>3</sup>	1	
7.3-НС-(12), 7.3-НС-(13)	Повысительный насосный агрегат Sulzer A22-32, N=18,5 кВт	2	(1-раб., 1-рез.)

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>53</b>
-------------	---	-----------

поз.	Наименование и техническая характеристика	Кол-во	Примечание
7.3-НС-(14), 7.3-НС-(15)	Повысительный насосный агрегат MISO 65-200-37-2, N=37 кВт	2	(1-раб., 1-рез.)
7.3-ЗА-(90)	Поворотный дисковый затвор DN 200 PN10	1	
7.3-ЗА-(91.1), 7.3-ЗА-(91.2)	Поворотный дисковый затвор DN 40 PN10	2	
7.3-ЗА-(92), 7.3-ЗА-(93), 7.3-ЗА-(98), 7.3-ЗА-(99)	Поворотный дисковый затвор DN 150 PN10	4	
7.3-ЗА-(94); 7.3-ЗА-(95); 7.3-ЗА-(96); 7.3-ЗА-(97)	Поворотный дисковый затвор DN 40 PN10	4	
7.3-ЗА-(100); 7.3-ЗА-(101)	Поворотный дисковый затвор DN 100 PN16	2	
7.3-ЗА-(102), 7.3-ЗА-(103), 7.3-ЗА-(104), 7.3-ЗА-(105), 7.3-ЗА-(106), 7.3-ЗА-(107)	Кран шаровой DN 25 PN 16	6	
7.3-ЗА-(109), 7.3-ЗА-(110), 7.3-ЗА-(111), 7.3-ЗА-(112)	Кран шаровой DN 25 PN 16	4	
7.3-ЗА-(113), 7.3-ЗА-(114), 7.3-ЗА-(115), 7.3-ЗА-(116)	Поворотный дисковый затвор DN 100 PN16 ручное управление	4	
7.3-ЗА-(117), 7.3-ЗА-(118), 7.3-ЗА-(119), 7.3-ЗА-(120)	Поворотный дисковый затвор DN 100 PN16 ручное управление	4	
7.3-ЗА-(121), 7.3-ЗА-(122), 7.3-ЗА-(123), 7.3-ЗА-(124), 7.3-ЗА-(125)	Поворотный дисковый затвор DN 100 PN16 ручное управление	5	
7.3-ЗА-(130), 7.3-ЗА-(131),	Клапан обратный DN25 PN16	4	

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>54</b>
-------------	---	-----------

поз.	Наименование и техническая характеристика	Кол-во	Примечание
7.3-3А-(132), 7.3-3А-(133)			
7.3-3А-(134), 7.3-3А-(135), 7.3-3А-(136), 7.3-3А-(137)	Клапан обратный DN100 PN16	4	
7.3-3А-(138), 7.3-3А-(139), 7.3-3А-(140), 7.3-3А-(141)	Клапан обратный DN 100 PN 16	4	
7.3-3А-(142), 7.3-3А-(143), 7.3-3А-(144), 7.3-3А-(145), 7.3-3А-(146)	Клапан обратный DN 100 PN 16	5	
7.3-КРМ-(70)	Кран мостовой электрический г/п 50/10т, Lпр=34,5, Ндв=105,5 кВт	1	
7,3-ТР-(71)	Таль ручная г/п 3,2 т	1	
7,3-ТР-(72)	Таль ручная г/п 1,0 т	1	
7,3-СВА-(73)	Аппарат инверторный КЕДР ММа-200 (220В, 20 – 200А), Ндв=5,3 кВт	1	

### **4.3 Магистральные и распределительные пульповоды от ПНС-2 до 2 поля хвостохранилища**

Выбор оптимального варианта организации системы гидравлического транспорта производится на основе гидравлических расчётов с учётом производительности обогатительного комплекса по годам.

Расчет гидротранспорта пульпы от ПНС-2 до 2 поля хвостохранилища выполнен для правой и левой ниток пульповодов, при этом для правой нитки рассматривались трубы DN800, DN1000, DN1200, а также начальный и конечный этап эксплуатации. Расчетные данные по гидротранспорту для правой нитки (наиболее протяженная) на конечный этап эксплуатации (наибольшая высота подачи) для труб DN800, DN1000, DN1200 приведены в таблице 4.6.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>55</b>
-------------	---	-----------

**Таблица 4.6 – Расчётные данные по гидротранспорту**

Наименование параметра	Ед. изм.	Обозначение	ПН ∇Гр=318,00 DN1000	ПН ∇Гр=318,00 DN800	ПН ∇Гр=318,00 DN1200
Часовой объемный расход пульпы на все агрегаты	м <sup>3</sup> /ч	$\sum Q_{пч}$	17000	17000	17000
Количество агрегатов в работе	шт.	$n_{агр}$	2	2	2
Часовой объемный расход пульпы на один агрегат	м <sup>3</sup> /ч	$Q_{пч}$	8500	8500	8500
Число ступеней агрегата	шт.	$n_{ст}$	1	2	1
Соединение насосов			один	последовательное	один
Длина трассы пульповодов	м	L	5500	5500	5500
Диаметр пульповода	м	$D_{п}$	0,992	0,792	1,192
Отметка оси рабочего колеса насоса	м	$\nabla_{Насоса}$	297,50	297,50	297,50
Отметка выпуска пульпы	м	$\nabla_{Выпуска}$	319,00	319,00	319,00
Высота подпора насоса	м	$H_{подп}$	4	4	4
Запас напора на излив	м	$H_{изл}$	5	5	5
Приведенный геометрический перепад	м	$h'_г$	23,22	23,22	23,22
Весовое содержание твердого в хвостах	%	T	11,11	11,11	11,11
Размер частиц, соответствующих 10% содержанию	мм	$d_{10}$	0,01	0,01	0,01
Размер частиц, соответствующих 90% содержанию	мм	$d_{90}$	0,265	0,265	0,265
Коэффициент однородности		$\Delta 0$	0,113	0,113	0,113
Средневзвешенный размер частиц	мм	$d_{ср}$	0,120	0,120	0,120
Плотность пульпы	т/м <sup>3</sup>	$\rho_{п}$	1,080	1,080	1,080
Средневзвешенная гидравлическая крупность	м/с	w	0,017	0,017	0,017
Критический диаметр пульповода	м	$D_{кр}$	1,01	1,01	1,01
Критическая скорость пульпы	м/с	$V_{кр}$	2,97	2,97	2,97
Критический объемный расход пульпы	м <sup>3</sup> /с	$Q_{п кр}$	2,29	1,46	3,31
Высота слоя заиливания	м	$\Delta H_3$	–	–	0,30
Действительная скорость пульпы	м/с	$V_{ср}$	3,05	4,79	2,12

Наименование параметра	Ед. изм.	Обозначение	ПН ∇Гр=318,00 DN1000	ПН ∇Гр=318,00 DN800	ПН ∇Гр=318,00 DN1200
Число Рейнольдса		Re	1942631	2433194	–
Коэффициент абсолютной шероховатости	мм	$k_a$	0,100	0,100	–
Коэффициент гидравлического трения		$\lambda$	0,011	0,012	–
Гидравлический уклон по воде		$i_B$	0,0053	0,0172	–
Гидравлический критический уклон по воде		$i_{B\_кр}$	0,0050	0,0066	–
Содержание частиц размером до 0.1 мм	%	P	66,3	66,3	–
Плотность несущей жидкости	т/м <sup>3</sup>	$\rho_H$	1,053	1,053	–
Критический гидравлический уклон		$i_{п\_кр}$	0,0058	0,0190	–
Удельные потери напора по длине	м/м	$i_{п\_л}$	0,0061	0,0256	–
Коэффициент запаса		$K_3$	1,10	1,10	–
Удельные потери напора с учетом местных	м/м	$\sum i_n$	0,0074	0,0310	–
Потери напора по длине	м	$H_l$	33,59	141,00	–
Потери напора по длине (с запасом)	м	$H_{л+мп}$	40,65	170,61	–
Общие потери напора (с запасом)	м	$\sum H$	63,9	193,8	–
Требуемый напор агрегата (с запасом)	м	$H_{агр}$	64,5	194,5	–
Требуемый напор насоса (с запасом)	м	$H_{нас}$	64,5	97,3	–

На основании выполненных расчетов можно сделать вывод, что для варианта с трубой DN800 требуемый расчетный напор составляет около 200 м для подачи пульпы на отметку 318,00 м ограждающей дамбы. Для этого на один пульповод необходимо устанавливать два последовательно соединенных насоса типа Warman 28/24 или аналога. При этом, значительное превышение фактической скорости пульпы над значением критической скорости в данном случае влечет повышенный износ труб пульповодов. Для варианта трубы DN1200 критическая скорость пульпы больше фактической расчетной при заданном расчетном расходе, что говорит о заилении пульповода и превышении необходимого диаметра для обеспечения устойчивого режима движения пульпы. Таким образом, оптимальным диаметром пульповодов от ПНС-2 до 2 поля хвостохранилища является DN1000.

Для выбранного диаметра пульповода был выполнен расчет толщины стенки. Исходные данные для расчета толщины стенки пульповода приведены в таблице 4.7.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>57</b>
-------------	---	-----------

**Таблица 4.7 – Исходные данные для расчета толщины стенки пульповода**

Величина	Ед. изм.	Значение
Годовая производительность пульповода по твердому материалу, $Q_T$	млн.т/год	7,5
Скорость потока пульпы, $V$	м/с	3,07
Расчетный срок службы пульповода, $T_p$	год	10
Наружный диаметр пульповода, $D_{\Pi}$	м	1,02
Плотность пульпы, $\rho_{\Pi}$	т/м <sup>3</sup>	1,08
Плотность твердых частиц пульпы, $\rho_s$	т/м <sup>3</sup>	3,0
Средневзвешенный диаметр твердых частиц, $d_{cp}$	мм	0,12
Объемная концентрация пульпы, $S$		0,04

На основании проведенных расчетов гидротранспорта и определения толщины стенки пульповода для транспортировки пульпы от ПНС-2 до 2 поля хвостохранилища принята стальная труба 1020 x 14 мм по ГОСТ 10704-91 из стали 17Г1С по ГОСТ 10706-76.

Четыре магистральных пульповода, выходящие из здания ПНС-2 (2 – рабочие, 2 – резервные) делятся на правую и левую нитки. Далее две нитки распределительных пульповодов (1 – рабочая, 1 – резервная) прокладываются по западной стороне дамбы (правая нитка), и две нитки распределительных пульповодов (1 – рабочая, 1 – резервная) укладываются по восточной стороне дамбы.

Трасса пульповодов монтируется из стальных труб 1020x14 мм по ГОСТ10704- 91. Расстояние между осями пульповодов при выходе из здания ПНС-2 составляет 12 м, далее по трассе 1,6 м. Проход пульповодов под площадкой ПНС-2 осуществлен в защитных стальных гильзах.

Пульповоды укладываются на скользящие направляющие, скользящие и неподвижные опоры. Опоры пульповодов устанавливаются на фундаменты. С ПК 0+67,42 до дамбы пульповоды идут параллельно с расстоянием между осями 1,6 м.

Компенсация тепловых удлинений пульповодов осуществляется за счет сальниковых компенсаторов и самокомпенсации участков (углов поворота трассы). Общее количество сальниковых компенсаторов составляет 4 шт.

Под автодорогой пульповоды прокладываются в защитных футлярах из стальных труб 1020x20 мм.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>58</b>
-------------	---	-----------

Сброс из аварийного лотка ПНС-2 выполнен в аварийную емкость № 1 трубой 1420x20 мм. Выпуск опорожнения пульповодов также предусмотрен в аварийную емкость № 1. Выпуски пульповодов монтируются из стальных труб 325x8 и 530x10 мм по ГОСТ10704-91. Предусмотрено 4 выпуска пульповодов в общую трубу 530x10 мм, которая выходит к аварийной емкости № 1.

Чертежи по магистральным и распределительным пульповодам от ПНС-2 до 2 поля хвостохранилища приведены в томе 5.7.2: 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ2-053.03.02.

Конструктивные решения и объемы работ по фундаментам опор пульповодов приведены в томе 5102-19025-П-01-КР3.

Объемы работ по магистральным и распределительным пульповодам от ПНС-2 до 2 поля хвостохранилища приведены в таблице 4.8.

**Таблица 4.8 – Объемы работ по магистральным и распределительным пульповодам от ПНС-2 до 2 поля хвостохранилища**

Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Выемка мягких грунтов, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	5,3	
– снятие растительного слоя, t=0,2 м	тыс.м <sup>3</sup>	0,3	
– выемка грунта 3 группы по трудности разработки	тыс.м <sup>3</sup>	5,0	
Насыпь грунтов, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	200,4	
– хвосты	тыс.м <sup>3</sup>	92,8	
– песчаный грунт	тыс.м <sup>3</sup>	0,1	
– грунты вскрышных пород карьеров АШР и МАР	тыс.м <sup>3</sup>	8,5	
– насыпь из полезных выемок	тыс.м <sup>3</sup>	89,3	
– щебень фр. 20-40 мм	тыс.м <sup>3</sup>	2,4	
– щебень фр. 40-70 мм	тыс.м <sup>3</sup>	7,3	
Сборный железобетон	м <sup>3</sup>	168	
Монтаж труб:			
– труба 219x8 мм ГОСТ 10704-91	п.м	2337	
– труба 530x10 мм ГОСТ 10704-91	п.м	28	
– труба 1020x14 мм ГОСТ 10704-91	п.м	13716	
– труба 1220x20 мм ГОСТ 10704-91	п.м	449,1	

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>59</b>
-------------	---	-----------



Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
– труба 1420x20 мм ГОСТ 10704-91	п.м	47,7	
Монтаж воздушных колонн	шт.	8	
Монтаж сальникового компенсатора	шт.	4	
Монтаж воздухоотводчика автоматического	шт.	7	
Монтаж задвижек:			
– задвижки DN200	шт.	214	
– задвижки DN300	шт.	4	
– задвижки DN1000	шт.	11	
Монтаж отводов:			
– отводы DN200	шт.	214	
– отводы DN1000	шт.	72	
Монтаж опор	шт.	90	
Монтаж расходомера	шт.	4	

#### **4.4 Пульпопровод от АБОФ до ПНС-2**

Пульпопровод от АБОФ до ПНС-2 предназначен для транспортировки пульпы от корпуса обогащения АБОФ до ПНС-2. В рамках реконструкции хвостового хозяйства АО «Ковдорский ГОК» выполняется подключение ПНС-2 к существующей системе гидротранспорта хвостов при помощи проектируемого участка пульпопровода от точки врезки в существующие пульповоды до проектируемой ПНС-2.

В ПНС-2 заходят 5 пульповодов на отметке 312,89 м. Расстояние между осями пульповодов при входе в здание ПНС-2 составляет 1,5 м.

Трасса пульповодов монтируется из стальных труб 820x14 по ГОСТ10704-91. С правой стороны по ходу движения пульповодов вдоль проезда предусмотрен кювет, глубиной 0,7 м. Начиная с ПК 0+17,01 по оси трассы П1, пульповоды идут параллельно в 5 ниток, с расстояниями между осями 1,5 метра. Начиная с ПК 1+28,95 по оси трассы П1, пульповоды прокладываются на эстакаде.

Для обслуживания пульповодов на эстакаде предусмотрены мостки. На ПК 0+62,00 по оси трассы П1 устраивается переходный мостик. Лестницы устанавливаются направлением вдоль пульповодов.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>60</b>
-------------	---	-----------

В наивысшей точке каждой трассы монтируется воздушный вантуз.

Проектируемые пульповоды прокладываются на неподвижных и скользящих опорах. Компенсация тепловых удлинений пульповодов осуществляется за счет сальниковых компенсаторов и самокомпенсации участков (углов поворота трассы). Общее количество сальниковых компенсаторов составляет 5 шт. Компенсаторы устанавливаются между опорами НО2 и СО17 на расстоянии 2,5 м от НО2.

Под автодорогой пульповоды прокладываются в защитных футлярах из стальных труб 1020х14 мм.

Выпуски аварийного опорожнения пульповодов предусмотрены в аварийную емкость № 2. Выпуски пульповодов выполняются из стальных труб 325х8 мм по ГОСТ10704-91. Предусмотрено 5 выпусков пульповодов. Длины выпусков П1 – П5 составляют 16,8 – 72,9 м. Сброс в аварийную емкость № 2 предусмотрен на отметке 285,00 м для всех труб.

Чертежи по пульповоду от АБОФ до ПНС-2 приведены в томе 5.7.2: 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ2-053.03.03.

Объемы работ по пульповоду от АБОФ до ПНС-2 приведены в таблице 4.9.

**Таблица 4.9 – Объемы работ по пульповоду от АБОФ до ПНС-2**

Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Выемка мягких грунтов, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	2,9	
– снятие растительного слоя	тыс.м <sup>3</sup>	0,2	
– выемка грунта 3 группы по трудности разработки	тыс.м <sup>3</sup>	2,7	
Насыпь грунтов, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	3,0	
– насыпь из полезных выемок	тыс.м <sup>3</sup>	2,3	
– щебень фр. 40-70 мм	тыс.м <sup>3</sup>	0,7	
Сборный железобетон	м <sup>3</sup>	58,3	
Металлические изделия	т	5,6	
Монтаж труб:			
– труба 325х8 мм ГОСТ 10704-91	п.м	160	
– труба 820х14 мм ГОСТ 10704-91	п.м	1500	
– труба 1020х14 мм ГОСТ 10704-91	п.м	72,9	
Монтаж сальникового компенсатора	шт.	5	

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>61</b>
-------------	---	-----------

Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Монтаж воздухоотводчика автоматического	шт.	5	
Монтаж задвижек:			
– задвижки DN300	шт.	5	
Монтаж отводов:			
– отводы DN300	шт.	13	
– отводы DN800	шт.	14	
Монтаж опор	шт.	135	

#### **4.5 Аварийная емкость № 1 и № 2**

Аварийные емкости используются для опорожнения пульповодов. В аварийную емкость № 1 опорожняются пульповоды от ПНС-2 до 2 поля хвостохранилища, в аварийную емкость № 2 опорожняются пульповоды от АБОФ до ПНС-2. Кроме того, в аварийную емкость № 1 возможен аварийный сброс из зумпфов ПНС-2.

Устройство аварийных емкостей включает в себя устройство котлована аварийных емкостей, анкерных траншей, противофильтрационного экрана и крепления бортов ж.б. плитами. В районе расположения аварийной емкости № 1 выполняется дренаж для понижения уровня грунтовых вод. Дренажные воды через систему колодцев отводятся в Маркизову лужу. Дренаж выполняется перед устройством аварийных емкостей, пульповодов от ПНС-2 до 2 поля хвостохранилища и насыпи площадки ПНС- 2.

Котлован под устройство аварийной емкости № 1 разрабатывается на отметке 286,33 м, заложение откосов – 1:2. Дно аварийной емкости (верх крепления) располагается на отметке 287,00 м. Максимальный уровень заполнения составляет 289,00 м. Объем емкости составляет 5500 м<sup>3</sup>.

Котлован под устройство аварийной емкости № 2 разрабатывается на отметке 281,83 м. Заложение откосов – 1:2. Дно аварийной емкости (верх крепления) располагается на отметке 282,50 м. Максимальный уровень заполнения составляет 284,50 м. Объем емкости составляет 3300 м<sup>3</sup>. С восточной стороны аварийной емкости № 2 выполняется насыпь из местного грунта до отметки 285,00 м, с откосами 1:2 и шириной 4,5 м.

Дно аварийных емкостей крепится плитами 2П30.18-30, откосы – плитами 2П18.15-30. Стыки между плитами заполняются раствором М-100. Ширина стыка составляет 10 мм.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>62</b>
-------------	---	-----------

Для очистки аварийных емкостей предусмотрены съезды. Съезды отсыпаются из местного грунта и крепятся плитами 2П30.18-30.

Каждый раз после аварийного опорожнения пульповодов производится очистка аварийной емкости, с погрузкой отходов экскаватором в автосамосвалы и вывозом в поле хвостохранилища.

В качестве противофильтрационного экрана по всей площади укладки используется полимерная геомембрана толщиной 1,5 мм, изготовленная из полиэтилена высокой плотности низкого давления.

Чертежи по аварийной емкости № 1 и № 2 приведены в томе в томе 5.7.2: 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ2-053.03.04.

Объемы работ по аварийной емкости № 1, № 2 и дренажу приведены в таблице 4.10.

**Таблица 4.10 – Объемы работ по аварийной емкости № 1, № 2 и дренажу**

Наименование работ	Ед. изм.	Емкость № 1	Емкость № 2	Дренаж	Итого
Выемка мягких грунтов, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	21,9	9,4	4,3	35,6
– снятие растительного слоя	тыс.м <sup>3</sup>	0,7	0,5	0,2	1,4
– выемка грунта 1 группы по трудности разработки	тыс.м <sup>3</sup>	6,7	8,9	0,6	16,2
– выемка грунта 3 группы по трудности разработки	тыс.м <sup>3</sup>	2,1	–	0,2	2,3
– выемка грунта 4 группы по трудности разработки	тыс.м <sup>3</sup>	–	–	3,3	3,3
– выемка грунта 5 группы по трудности разработки	тыс.м <sup>3</sup>	12,4	–	–	12,4
Насыпь грунтов, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	4,9	5,7	4,3	14,9
– песчаный грунт	тыс.м <sup>3</sup>	3,6	1,9	4,3	9,8
– насыпь из полезных выемок	тыс.м <sup>3</sup>	0,6	3,5	–	4,1
– щебень фр. 40-70 мм	тыс.м <sup>3</sup>	0,7	0,3	–	1,0
Укладка геотекстиля	тыс.м <sup>2</sup>	7,0	3,7	0,6	11,3
Монолитный железобетон	м <sup>3</sup>	36,8	8,3	–	45,1
Сборный железобетон	м <sup>3</sup>	601	372,6	28,2	1001,8
Укладка геомембраны гладкой, t=1,50 мм	тыс.м <sup>2</sup>	7,7	4,1	–	11,8
Монтаж труб:					

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>63</b>
-------------	---	-----------

Наименование работ	Ед. изм.	Емкость № 1	Емкость № 2	Дренаж	Итого
– труба 530x8 мм ГОСТ 10704-91	п.м	–	–	13,2	13,2
– труба ПЭ перфорированная DN/OD 400 SN8	п.м	–	–	70	70
– труба ПЭ DN/OD 400 SN8	п.м	–	–	204,9	204,9

#### **4.6 Система оборотного водоснабжения**

Проектируемая система оборотного водоснабжения предназначена для забора осветленной воды из отстойного пруда хвостохранилища и подачи по водоводам оборотной воды на обогатительную фабрику в технологический процесс.

В состав системы входят:

- шандорный колодец (ВК-4), состоящий из двух водоприемных колодцев с кольцевыми шандорами, проектная пропускная способность одного водоприемника – 3,6 м<sup>3</sup>/с, двух – 7,2 м<sup>3</sup>/с;
- водоподводящие железобетонные коллекторы, состоящие из двух труб диаметром 1420 мм в железобетонной облицовке;
- насосная станция оборотного водоснабжения (НОВ-3), расположенная в нижнем бьефе ограждающей дамбы, оборудованная семью центробежными насосами двустороннего входа типа DeLium D600-635;
- два водовода оборотного водоснабжения из стальных труб диаметром 1220 мм, для подачи воды, от НОВ-3 до узла переключения водоводов от НОВ - 3;
- узлы переключения водоводов от НОВ-3 и от ДНС, обеспечивающие подключение новых водоводов оборотного водоснабжения;
- два водовода оборотного водоснабжения из стальных труб диаметром 1220 мм, для подачи воды, от узла переключения водоводов от НОВ - 3 до обогатительной фабрики (существующий участок).

Осветленная в прудке-отстойнике хвостохранилища вода через водоприемники шандорного колодца поступает в водоподводящие коллекторы и далее на НОВ-3. Из НОВ-3 двумя рабочими насосами вода перекачивается по двум водоводам диаметром 1220 мм до камеры переключения НОВ-3, а далее по двум существующим водоводам диаметром 1220 мм направляется на промплощадку.

После завершения строительства и ввода в эксплуатацию проектируемой системы оборотного водоснабжения, существующая система оборотного водоснабжения выводится из эксплуатации.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>64</b>
-------------	---	-----------

По завершении эксплуатации существующей системы оборотного водоснабжения, забор воды на водоприемном колодце ВК-3 прекращается, стальной водоотводящий коллектор диаметром 2200 мм тампонируется, неиспользуемая часть водоводов оборотного водоснабжения демонтируется.

Согласно Постановлению Правительства РФ от 5 октября 2020 г. N 1607 «Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений», ограждающая дамба – ГТС I класса, соответственно, гидротехнические сооружения системы оборотного водоснабжения, непосредственно воспринимающие напор и влияющие на безопасную эксплуатацию ограждающей дамбы, такие как шандорный колодец, водоподводящие железобетонные коллекторы и НОВ-3, также классифицируются как ГТС I класса.

#### **4.6.1 Шандорный колодец**

Шандорный колодец состоит из двух водоприемных колодцев с кольцевыми шандорами, стоящих на общем основании. Размеры основания – 9,3 x 16,2 м, высота 2,6 м, отметка подошвы 281,40 м. В пределах основания выполняется сопряжение колодца с водоподводящими коллекторами диаметром 1420 мм. Общая высота колодца, включая основание и верхнее строение, составляет 40,0 м. Чертежи по шандорному колодцу приведены в томе 5.7.2: 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ2-053.09.01, а также в томе 4.6: металлические конструкции в комплекте 5102-19025-П-01-КР-053.09.01-КМ, железобетонные конструкции (фундаментная плита и шандорные кольца) – 5102-19025-П-01-КР-053.09.01-КЖ.

Конструктивно каждый водоприемный колодец состоит из четырех стоек из труб диаметром 630 мм, высотой 32,8 м, заполненных бетоном, стоящих на расстоянии в осях 2,9 x 2,9 м и раскрепленных связями диаметром 325 мм с шагом 2,0 м по высоте. Между стоек расположены шандорные кольца, к стойкам приварена полоса для крепления колец. Диаметр шандорного кольца: внешний – 2,6 м, внутренний – 2,0 м, высота кольца – 0,4 м. На внешней стороне шандорного кольца расположены проушины для подвешивания кольца к стойкам, на внутренней – проушины для перестановки кольца при помощи тали. На отметке 316,80 м на стойках расположено верхнее строение, предназначенное для обслуживания колодца и управления талью г/п 5,0 т.

Для подъема на верхнюю площадку используется металлическая лестница с кружалом. На уровне воды вокруг колодца размещен понтон, с которого осуществляются работы по строповке колец при их перестановке, а также прочие работы, связанные с обслуживанием колодца.

В начале эксплуатации непосредственно на основание установлено первое шандорное кольцо, остальные кольца висят на штырях с зазором в 5 см между ними – для

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	65
------	---	----

возможности вынуть штыри. Далее, по мере роста уровня воды и наносов в хвостохранилище, кольца при помощи тали по одному, начиная снизу, снимаются со штырей и опускаются на кольцо, лежащее на основании.

Грузоподъемное оборудование и объемы земляных работ по шандорному колодцу приведены в таблице 4.11, объемы работ по железобетонным и металлическим конструкциям шандорного колодца в томе 4.6: 5102-19025-П-01-КР-053.09.01-КМ и 5102-19025-П-01-КР-053.09.01-КЖ.

**Таблица 4.11 – Грузоподъемное оборудование и объемы земляных работ по шандорному колодцу**

Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Выемка мягкого грунта, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	17,9	
– снятие растительного слоя t=0,1 м	тыс.м <sup>3</sup>	0,3	
– выемка грунта 1 группы по трудности разработки (ИГЭ-7)	тыс.м <sup>3</sup>	1,6	
– выемка грунта 3 группы (ИГЭ-9, 10)	тыс.м <sup>3</sup>	10,9	
– выемка грунта 4 группы (ИГЭ-15)	тыс.м <sup>3</sup>	5,1	
Насыпь грунтов вскрышных пород карьеров АШР и МАР	тыс.м <sup>3</sup>	0,5	
Таль CD 5/36 (г/п 5 т, высота подъема 36 м)	шт.	2	

Осветленная в прудке-отстойнике хвостохранилища вода через водоприемники шандорного колодца поступает в водоподводящие коллекторы.

Проектным режимом работы шандорного колодца и всей системы оборотного водоснабжения является напорный режим, при котором входное сечение колодца затоплено. Расчет пропускной способности шандорного колодца приведен в приложении Г. Кривые пропускной способности шандорного колодца при различных напорах приведены на рисунке 4.2.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>66</b>
-------------	---	-----------



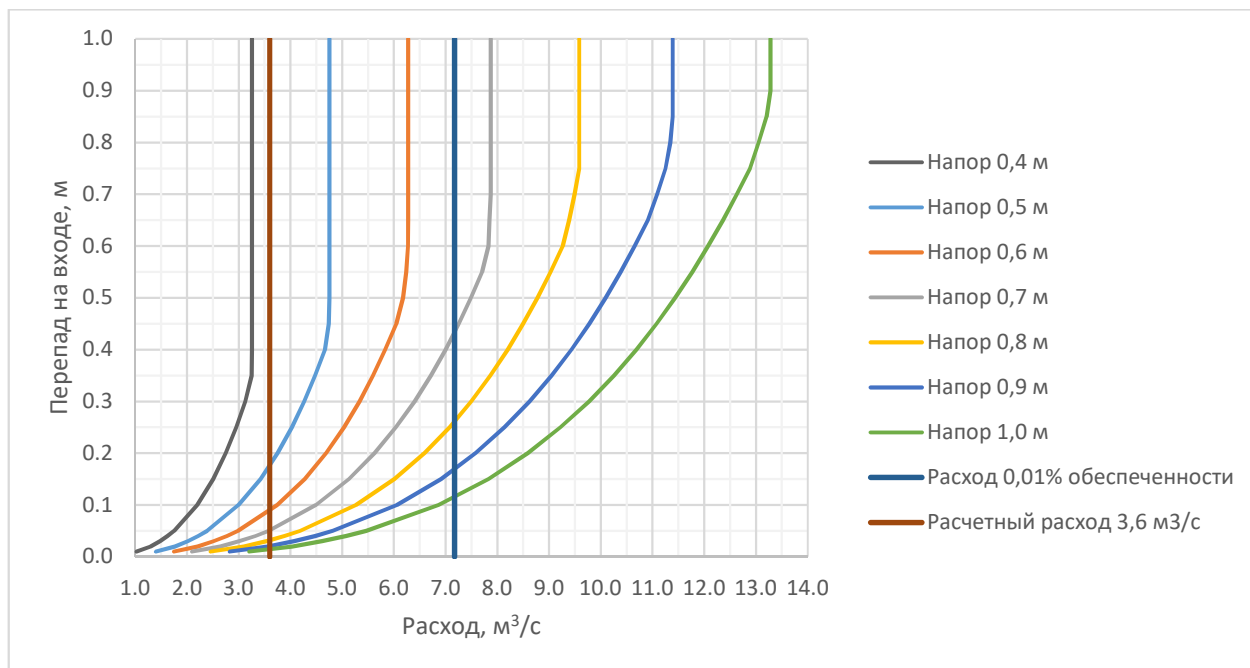


Рисунок 4.2 – Кривые пропускной способности шандорного колодца при различных напорах

Анализ кривых рисунка 4.2 показывает, что устойчивый напорный режим работы системы оборотного водоснабжения обеспечивается при напорах от 0,5 м.

Пропуск паводковых расходов 0,01% обеспеченности возможен при напоре над шандорным кольцом от 0,7 м.

Пропуск паводков малой обеспеченности описывается в п. 5.4 данной записки.

#### 4.6.2 Водоподводящие железобетонные коллекторы

Водоподводящие железобетонные коллекторы обеспечивают подачу осветленной воды на насосную станцию оборотного водоснабжения НОВ-3.

Чертежи по водоподводящим железобетонным коллекторам приведены в томе 5.7.2: 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ2-053.12.01, а также по железобетонной конструкции коллектора в томе 4.6: 5102-19025-П-01-КР-053.12.01-КЖ.

Коллекторы представляют собой две трубы диаметром 1420 мм в железобетонной облицовке, общая длина конструкции 2055 м. Толщина железобетонной облицовки – 0,25-0,4 м.

Обратная засыпка коллекторов выполняется по всей длине конструкции. До ПК14+50,00 коллекторы засыпаются хвостами с уплотнением до отметки 285,20 м и грунтом вскрышных пород карьеров МАР и АШР до отметки 286,20 м.

На участке пересечения трассы коллекторов с ограждающей дамбой с ПК14+50,00 по ПК16+10,00 выполняется обратная засыпка конструкции хвостами с

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>67</b>
-------------	---	-----------

уплотнением до отметок, повторяющих профиль намывных хвостов на примыкающих участках ограждающей дамбы. Для предотвращения контактной фильтрации по границе железобетонной облицовки коллектора и хвостов обратной засыпки по оси 1 яруса ограждающей дамбы и далее с шагом 40,0 м на длине 120,0 м в сторону 2 поля хвостохранилища (ПК 14+80,95; ПК 15+20,95; ПК 15+60,95; ПК 16+00,95) предусмотрены железобетонные диафрагмы. На ПК 16+00,95 выполняется замок из глины до отметки 285,00 м шириной 4,0 м.

На участке с ПК16+10,00 по ПК16+55,00 коллекторы засыпаются хвостами до уровня на 1,25 м выше верха конструкции коллекторов и далее грунтами вскрышных пород карьеров, повторяя профиль ограждающей дамбы на примыкающем участке с бермами на отметках 290,00 и 286,00 м.

На участке с ПК16+55,00 коллекторы засыпаются песчаным грунтом до уровня на 1,25 м выше верха конструкции коллекторов и далее грунтами вскрышных пород карьеров толщиной 1,0 м.

Коллекторы работают в напорном режиме, величина напора определяется уровнем воды в прудке-отстойнике хвостохранилища.

При выполнении работ по монтажу металлических труб коллектора перед бетонированием выполняется радиографический контроль всех монтажных сварных стыков и испытания готовых труб коллектора на прочность и герметичность. В виду большой протяженности коллекторов испытания на герметичность выполняются участками. При невозможности выполнения такого контроля выполняется бандажирование стыков.

Объемы земляных работ по водоподводящим железобетонным коллекторам приведены в таблице 4.12, объемы работ по железобетонным конструкциям коллекторов в томе 4.6: 5102-19025-П-01-КР-053.12.01-КЖ.

**Таблица 4.12 – Объемы земляных работ по водоподводящим коллекторам**

Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Выемка грунтов, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	452,3	
Выемка мягкого грунта, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	333,4	
– снятие растительного слоя t=0,1 м	тыс.м <sup>3</sup>	8,0	
– выемка грунта 1 группы по трудности разработки (ИГЭ-5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14)	тыс.м <sup>3</sup>	195,5	
– выемка грунта 3 группы (ИГЭ-1а, 9, 10)	тыс.м <sup>3</sup>	58,3	
– выемка грунта 4 группы (ИГЭ-15)	тыс.м <sup>3</sup>	71,6	
Выемка скального грунта, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	118,9	

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>68</b>
-------------	---	-----------

Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
– выемка выветрелого скального грунта ИГЭ - 16а (7 группа)	тыс.м <sup>3</sup>	28,5	
– выемка сохранныго скального грунта ИГЭ - 16б (10 группа)	тыс.м <sup>3</sup>	89,5	
– ручная доборка основания	тыс.м <sup>3</sup>	0,9	
Планировка откосов в мягких грунтах	тыс.м <sup>2</sup>	10,1	
Гладкий откол	тыс.м <sup>2</sup>	10,2	
Насыпь грунтов, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	141,6	
– хвосты с уплотнением	тыс.м <sup>3</sup>	85,2	
– песчаный грунт	тыс.м <sup>3</sup>	12,3	
– грунты вскрышных пород карьеров АШР и МАР	тыс.м <sup>3</sup>	43,3	
– щебень фр. 20-40 мм	тыс.м <sup>3</sup>	0,1	
– щебень фр. 40-70 мм	тыс.м <sup>3</sup>	0,3	
– мятая глина в замок	тыс.м <sup>3</sup>	0,4	
Укладка геотекстиля	тыс.м <sup>2</sup>	0,4	

#### 4.6.3 Насосная станция оборотного водоснабжения НОВ-3

Строительство новой насосной станции оборотного водоснабжения (НОВ-3) обусловлено переносом водозаборного колодца и вывода из эксплуатации водосбросного коллектора 2 поля хвостохранилища, исчерпавшего свой ресурс, а также необходимостью дополнительного резервирования насосного оборудования.

В НОВ-3 осветленная обратная вода самотеком поступает по двум водоподводящим коллекторам диаметром 1400 мм из системы водозабора.

Каждый коллектор входит в общий стальной трубопроводный коллектор диаметром 1400 мм. Перед вводом в коллектор на каждом коллекторе предусмотрены по две запорные клиновые задвижки (рабочая, резервная) **поз.7.4-3А-(1), 7.4-3А-(2), 7.4-3А-(3), 7.4-3А-(4)**, позволяющие перекрывать поток.

Также установлены запорные клиновые задвижки **поз.7.4-3А-(5), 7.4-3А-(6)** на самом коллекторе раздачи воды.

В корпусе НОВ-3 установлены 7 центробежных насосов двустороннего входа типа DeLium D600-635, подающие воду на две нитки водоводов, левую и правую., **поз.7.4-НС-(1), 7.4-НС-(2), 7.4-НС-(3), 7.4-НС-(4), 7.4-НС-(5), 7.4-НС-(6), 7.4-НС-(7)**.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>69</b>
-------------	---	-----------

Насосы DeLium соответствуют самым строгим современным требованиям по энергопотреблению, безопасности, длительности безаварийной эксплуатации, имеют все современные опции.

В номинальном режиме подачи оборотной воды в работе постоянно находятся 4 насоса, по два насоса на каждую нитку водовода и по одному насосу находятся в резерве. Для обеспечения бесперебойного поступления воды на фабрику предусмотрен дополнительный седьмой резервный насос **поз. 7.4-НС-(4)**, расположенный так, что позволяет подключить его в работу в любую из двух ниток водоводов.

От общего коллектора диаметром 1400 к каждому из насосов подведены трубопроводы всаса диаметром 1000 мм, на которых установлены задвижки **поз. 7.4-ЗА-(8), 7.4-ЗА-(11), 7.4-ЗА-(14), 7.4-ЗА-(17), 7.4-ЗА-(20), 7.4-ЗА-(23), 7.4-ЗА-(26)** для отсекания потока воды на время ремонтов и обслуживания насосов.

На трубопроводах нагнетания (DN1000 мм) у каждого из насосов установлены обратные клапаны **поз. 7.4-ЗА-(9), 7.4-ЗА-(12), 7.4-ЗА-(15), 7.4-ЗА-(18), 7.4-ЗА-(21), 7.4-ЗА-(24), 7.4-ЗА-(27)** и клиновые задвижку **поз. 7.4-ЗА-(10), 7.4-ЗА-(13), 7.4-ЗА-(16), 7.4-ЗА-(19), 7.4-ЗА-(22), 7.4-ЗА-(25), 7.4-ЗА-(28)**. Такое размещение запорной арматуры на всасывающих и напорных трубопроводах обеспечит возможность отключения из схемы любого из насосов.

Трубопроводы нагнетания насосов, объединяются в общий трубопроводный коллектор, диаметром 1400 мм, от которого отходят две нитки напорных трубопроводов 1200 мм, условно называемыми левый водовод и правый водовод, подающие воду на обогатительный комплекс ГОКа. На коллекторе сбора воды установлены клиновые задвижки **поз. 7.4-ЗА-(29), 7.4-ЗА-(30)** позволяющие переключить резервный насос **поз. 7.4-НС-(4)** на любую из двух ниток водоводов.

Так же предусмотрена обводная (байпасная) линия, связывающая нагнетательный и всасывающий трубопроводные коллекторы, подключаемая при внеплановых ситуациях для изменения режима подачи воды. На байпасной линии установлена клиновая задвижка **поз. 7.4-ЗА-(7)**.

Для понижения уровня осветленной оборотной воды во 2 поле хвостохранилища, на время остановок работы НОВ-3, на общем трубопроводном коллекторе, распределяющем воду по насосам, предусмотрена задвижка **поз. 7.4-ЗА-(45)**, позволяющая при необходимости выполнять сброс воды в отстойник через специальный трубопровод.

Так же на всех участках водоводов НОВ-3 предусматриваются дренажные задвижки для опорожнения трубопроводов на время ремонтов.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	70
------	---	----

Для сбора производственных стоков от гидроуборки помещения и воды, спускаемой из трубопроводов при остановке насосов» предусмотрен дренажный приямок (в осях Б-В «11-12» на отм. 0,000)

Для откачки дренажного приямка устанавливаются 2 дренажных насоса **поз. 7.4-НС-(8), 7.4-НС-(9)** типа Kordis K 65-40-200 (1-раб., 1-рез.), линии нагнетания которых подключены в общий коллектор на всас основных водяных насосов. Для запуска дренажных насосов, на всасах насосов предусматриваются специальные баки **поз. 7.4-ЕМ-(1), 7.4-ЕМ-(2)**, которые заполняются перед пуском.

На линии нагнетания каждого дренажного насоса установлены запорные задвижки **поз. 7.4-ЗА-(33), 7.4-ЗА-(34)** и обратные клапаны **поз. 7.4-ЗА-(31), 7.4-ЗА-(32)**.

Схема цепи аппаратов насосной станции оборотного водоснабжения №3 приведена в томе 7.5.3: 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ3-053.05.02-ТХ1.1.

Для монтажа, ремонта и обслуживания основного оборудования предусматривается мостовой двухбалочный опорный кран грузоподъемностью 10 т **поз. 7.4-КР-(1)**.

Кран предусматривает два способа управления, основной – радиоуправление и резервный – с кабельного подвесного пульта.

Компоновочные решения по насосной станции оборотного водоснабжения № 3 приведены в томе 7.5.3 в комплекте чертежей 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ3-053.05.02-ТХ1.2.

Конструктивные решения и объемы работ по насосной станции оборотного водоснабжения № 3 приведены в томе 5102-19025-П-01-КР4.

Система КИП включает: манометры промышленные (20 шт.) у запорной арматуры с электроприводами, расходомеры FT-1,2 – контролирующие объем подаваемой воды на фабрику (2 шт.) и датчики давления на напорных линиях у центробежных насосов РИТ (7 шт.), у дренажных насосов РИ (2 шт.) и на напорных линиях подачи воды на фабрику РТ (2 шт.).

Перечень технологического оборудования НОВ-3 приведен в таблице 4.13.

**Таблица 4.13 – Перечень технологического оборудования НОВ-3**

поз.	Наименование и техническая характеристика	Кол-во	Примечание
7.4-ЕМ-(1); 7.4-ЕМ-(2)	Бак V=0,53 м <sup>3</sup>	2	(1-раб., 1-рез.)
7.4-НС-(1); 7.4-НС-(2); 7.4-НС-(3); 7.4-НС-(4);	Насосный агрегат Delium D600-635 с электродвигателем АДЧР-800-0,66-6У1 800 кВт, 1000 об/мин, 660В, IP54, Q=4750 м <sup>3</sup> /час	7	(4-раб., 2-рез., 1-рем.)

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>71</b>
-------------	---	-----------

поз.	Наименование и техническая характеристика	Кол-во	Примечание
7.4-НС-(5); 7.4-НС-(6); 7.4-НС-(7)			
7.4-НС-(8); 7.4-НС-(9)	Насос дренажный Kordis K 65-40-200, Q=45 м³/ч, H=56 м; N=7,5 кВт	2	(1-раб., 1-рез)
7.4-3А-(1); 7.4-3А-(2); 7.4-3А-(3); 7.4-3А-(4); 7.4-3А-(5); 7.4-3А-(6); 7.4-3А-(7); 7.4-3А-(29); 7.4-3А-(30); 7.4-3А-(45)	Задвижка клиновая стальная с выдвижным шпинделем DN1400 PN=1,0 МПа с электроприводом AUMA	10	
7.4-3А-(8); 7.4-3А-(10); 7.4-3А-(11); 7.4-3А-(13); 7.4-3А-(14); 7.4-3А-(16); 7.4-3А-(17); 7.4-3А-(19); 7.4-3А-(20); 7.4-3А-(22); 7.4-3А-(23); 7.4-3А-(25); 7.4-3А-(26); 7.4-3А-(28)	Задвижка клиновая стальная с выдвижным шпинделем фланцевая DN1000 PN=1,0 МПа с электрическим приводом AUMA	14	
7.4-3А-(9); 7.4-3А-(12) 7.4-3А-(15); 7.4-3А-(18) 7.4-3А-(21); 7.4-3А-(24); 7.4-3А-(27)	Клапан обратный поворотный DN1000; PN=1,6 МПа; L=400(1000) мм	7	
7.4-3А-(31); 7.4-3А-(32)	Клапан обратный поворотный DN100 PN=1,0 МПа	2	
7.4-3А-(33); 7.4-3А-(34);	Затвор дисковый DN100 PN=1,0 МПа с ручным приводом	5	

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>72</b>
-------------	---	-----------

поз.	Наименование и техническая характеристика	Кол-во	Примечание
7.4-3А-(35); 7.4-3А-(36); 7.4-3А-(46)			
7.4-3А-(37); 7.4-3А-(38); 7.4-3А-(39); 7.4-3А-(40); 7.4-3А-(41); 7.4-3А-(42); 7.4-3А-(43); 7.4-3А-(44)	Затвор дисковый DN150 PN=1,0 МПа с ручным приводом	8	
7.4-3А-(47); 7.4-3А-(48)	Затвор дисковый DN300 PN=1,0 МПа с редуктором	2	
7.4-3А-(49)	Кран шаровый фланцевый, DN32, PN10	1	
7.4-КРМ-(1)	Кран мостовой электрический двухбалочный опорный г/п 10 т, управление с пола (режим А2), высота подъема 12 м, пролет крана 28,5 м	1	

#### 4.6.4 Водоводы оборотного водоснабжения от НОВ-3 до существующей трассы

Существующие водоводы оборотного водоснабжения 2DN1400 исчерпали свой ресурс, и не способны обеспечить бесперебойную подачу оборотной воды для нужд фабрики. Новая трасса водоводов наземной прокладки позволит обеспечить надёжную подачу воды на обогатительную фабрику для использования в технологических процессах.

Проектируемые водоводы оборотного водоснабжения состоят из двух труб диаметром 1220 мм, имеют длину 4645 м и служат для подачи оборотной воды от НОВ – 3 до узла переключения водоводов от НОВ – 3, где они врезаются в существующие водоводы оборотного водоснабжения обогатительной фабрики.

Чертежи по водоводам оборотного водоснабжения приведены в томе 5.7.2: 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ2-053.13.01.

Водоводы оборотного водоснабжения прокладываются по единой насыпи с инспекторской автодорогой на подушке из песчаного грунта толщиной 0,3 м и засыпаются песчаным и скальным грунтом толщиной слоя по 0,5 м.

Объемы работ по водоводам оборотного водоснабжения приведены в таблице 4.14.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>73</b>
-------------	---	-----------



**Таблица 4.14 – Объемы работ по водоводам оборотного водоснабжения**

Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Насыпь грунтов, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	72,1	
– подушка из песчаного грунта t=0,3 м	тыс.м <sup>3</sup>	11,3	
– песчаный грунт	тыс.м <sup>3</sup>	34,7	
– скальный грунт (камень)	тыс.м <sup>3</sup>	26,1	
Монтаж трубы 1220x10 мм ГОСТ 10704-91	м	9750	2908,5 т
Монтаж трубы 219x8 мм ГОСТ 10704-91	м	40	
Монтаж трубы 325x8 мм ГОСТ 10704-91	м	110	
Монтаж трубы 426x8 мм ГОСТ 10704-91	м	40	
Монтаж воздухоотводчика автоматического фланцевого DN200, PN16	шт.	3	
Монтаж задвижки клиновой DN200, PN16	шт.	2	
Монтаж задвижки клиновой DN300, PN16	шт.	4	
Монтаж задвижки клиновой DN400, PN16	шт.	2	

#### 4.6.5 Узлы переключения водоводов от НОВ-3 и от ДНС

Узел переключения водоводов от ДНС предназначен для присоединения водоводов, идущих от дренажной насосной станции к водоводам, идущим от НОВ-3 и подающим воду на обогатительный комплекс.

Узел переключения водоводов от НОВ-3 предназначен для присоединения водоводов, идущих от НОВ-3 к существующим водоводам, идущим от НОВ-2.

Узлы переключения водоводов имеют схожую конструкцию.

В помещении узла переключения водоводов от ДНС размещаются водоводы, запорная арматура, ручная таль для обслуживания запорной арматуры и дренажный приямок для откачки дренажных вод. Так же на отметке +1,85 м, для перехода через водоводы DN1200 предусмотрены пешеходные мостики (площадки).

В помещении узла переключения водоводов от НОВ-3 размещаются водоводы, запорная арматура и дренажный приямок для откачки дренажных вод. Так же на отметках -2,40; -0,70, 0,00 м предусматриваются площадки для доступа на нижние отметки корпуса и перехода через водоводы DN1200. Для обслуживания запорной арматуры предусматриваются съемные щиты в крыше корпуса.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>74</b>
-------------	---	-----------

Чертежи по узлу переключения водоводов от ДНС приведены в томе 5.7.3, чертеж 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ3-053.10.02-ТХ1.2.

Чертежи по узлу переключения водоводов от НОВ-3 приведены в томе 5.7.3, чертеж 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ3-053.15.01-ТХ1.2.

Конструктивные решения и объемы работ по узлам переключения приведены в томе 5102-19025-П-01-КР5.

#### **4.7 Водосбросная труба от НОВ-3 во вторичный отстойник**

Водосбросная труба от НОВ-3 во вторичный отстойник имеет диаметр 1,4 м, длину 1150 м и выполняет следующие функции:

- сброс излишков осветленной воды из хвостохранилища;
- опорожнение шандорных колодцев, водоподводящих железобетонных коллекторов и системы трубопроводов НОВ-3 в случае необходимости проведения осмотров и ремонтных работ.

Сброс воды через водосбросную трубу регулируется задвижкой, расположенной в здании НОВ-3.

Чертежи по водосбросной трубе от НОВ-3 во вторичный отстойник приведены в томе 5.7.2: 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ2-053.14.01.

Конструктивно водосбросная труба представляет собой стальную трубу 1420x10 мм, проложенную на подушке из песчаного грунта толщиной 0,2 м в траншее шириной по дну 1,62 м. Труба по всей длине засыпается песчаным и скальным грунтом общей толщиной засыпки над верхом трубы 1,0 м.

Объемы работ по водосбросной трубе приведены в таблице 4.15.

**Таблица 4.15 – Объемы работ по водосбросной трубе от НОВ-3 во вторичный отстойник**

Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Выемка грунтов, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	12,5	
– снятие растительного слоя грунта t=0,1 м	тыс.м <sup>3</sup>	1,8	
– выемка грунта 1 группы по трудности разрабтки (ИГЭ-3, 5, 6, 8)	тыс.м <sup>3</sup>	1,8	
– выемка грунта 3 группы (ИГЭ-1а, 9, 10)	тыс.м <sup>3</sup>	8,7	
– выемка грунта 4 группы (ИГЭ-15)	тыс.м <sup>3</sup>	0,2	

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>75</b>
-------------	---	-----------

Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Насыпь грунтов, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	10,5	
– подушка из песчаного грунта t=0,2 м	тыс.м <sup>3</sup>	0,6	
– песчаный грунт	тыс.м <sup>3</sup>	6,0	
– грунты вскрышных пород карьеров МАР и АШР, t=0,5 м	тыс.м <sup>3</sup>	3,9	
Труба 1420x10 мм ГОСТ 10704-91	п.м	1210	420,8 т
Труба 530x8 мм ГОСТ 10704-91	п.м	42	4,3 т

#### **4.8 Дренажная насосная станция (ДНС)**

Существующая дренажная насосная станция (ДНС) размещается в нижнем бьефе дамбы № 4 и находится по близости с насосной станцией оборотного водоснабжения НОВ-2.

В здании дренажной насосной станции размещается насосное оборудование, предназначенное для подачи воды из приемка для сбора дренажных вод (профиль-трававшихся через дамбу № 4) в систему оборотного водоснабжения обогатительной фабрики Ковдорского ГОКа.

Реконструкция дренажной насосной станции включает в себя:

- замену существующих насосных агрегатов на большие по производительности и напору насосные агрегаты типа DeLium D200-660A-600;
- замену запорной арматуры;
- замену всасывающих трубопроводов на трубопроводы большего диаметра;
- прокладку новых водоводов до участка подключения;
- установка контрольно-измерительных приборов;
- оснащение корпуса электрическим подвесным грузоподъемным краном, талью.

Забор воды из приемка для сбора дренажных вод (водоприемной камеры) осуществляется по двум всасывающим трубопроводам 426x10 мм при помощи насосных агрегатов типа DeLiumD200-660A-600 поз. **7.5-НС-(1)** и **7.5-НС-(2)** – 1 рабочий и 1 резервный.

При запуске насосных агрегатов они должны находиться в заполненном состоянии, поскольку данный тип центробежных насосов не может всасывать жидкость. Для предварительного заполнения насосов водоц, на всасе каждого установлены баки

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>76</b>
-------------	---	-----------

$V=3 \text{ м}^3$  поз. **7.5-ЕМ-(1); 7.5-ЕМ-(2)**. Наполнение бака любого из остановленных насосов происходит от линии нагнетания работающего в данный момент насоса. Так же в качестве резервного способа предусматривается заполнение баков непосредственно из приемка сбора дренажных под при помощи существующего погружного насоса типа ГНОМ.

Для контроля работы центробежных насосов на всасывающих и нагнетающих трубопроводах насосов предусматриваются манометры, а также на нагнетающих трубопроводах установлены расходомеры.

На линиях нагнетания насосов предусмотрены обратные клапаны поз. **7.5-ЗА-(101); 7.5-ЗА-(102)**.

Для спуска воды при остановке насосов в баках поз. **7.5-ЕМ-(1), 7.5-ЕМ-(2)** на всасывающих и нагнетающих патрубках насосов предусматриваются выпуски с дренажными задвижками.

Для предотвращения замерзания воды в холодное время года всасывающие трубопроводы насосов оборудованы греющим кабелем в зоне зеркала воды приемка.

Схема цепи аппаратов подачи дренажных вод в узел переключения водоводов приведена в томе 5.7.3: 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ3-053.10.01-ТХ1.1.

Для монтажа и обслуживания оборудования предусмотрен кран мостовой электрической, грузоподъемностью 3,2 т поз. **7.5-КРМ-(1)** и таль ручная подвесная г/п 0,5 т. поз. **7.5-ТР-(1)**.

Компоновочные решения чертежи по дренажной насосной станции приведены в томе 5.7.3: 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ-053.10.01-ТХ1.2.

Перечень технологического оборудования ДНС приведен в таблице 4.16.

**Таблица 4.16 – Перечень технологического оборудования ДНС**

поз.	Наименование и техническая характеристика	Кол-во	Примечание
7.5-ЕМ-(1); 7.5-ЕМ-(2)	Бак наливной $V=3 \text{ м}^3$	2	
7.5-НС-(1); 7.5-НС-(2)	Насосный агрегат D200-660A-600-Ч/Ч-УХЛЗ.1 эл.двиг. А4-400Х-4МУЗ,(500/1500,6000ВІР23) ( $Q=900 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; $H=133 \text{ м}$ ), $N=500 \text{ кВт}$	2	(1-раб., 1-рез.)
7.5-ЗА-(1); 7.5-ЗА-(2); 7.5-ЗА-(3);	Задвижка стальная DN400 PN=1,6 МПа с эл. приводом	5	

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>77</b>
-------------	---	-----------

поз.	Наименование и техническая характеристика	Кол-во	Примечание
7.5-3А-(4); 7.5-3А-(5)			
7.5-3А-(101); 7.5-3А-(102)	Клапан обратный двустворчатый DN400 PN=1,6 МПа	2	
7.5-3А-(8); 7.5-3А-(9)	Задвижка дренажная DN100 с ручным приводом	2	
7.5-3А-(10); 7.5-3А-(12)	Задвижка дренажная DN150 PN=1,6 МПа с ручным приводом	2	
7.5-3А-(11); 7.5-3А-(13); 7.5-3А-(16); 7.5-3А-(17)	Кран шаровый фланцевый DN50 PN=1,6 МПа с ручным приводом	4	
7.5-3А-(14); 7.5-3А-(15)	Кран шаровый фланцевый DN25 PN=1,6 МПа с ручным приводом	2	
7.5-КРМ-(1)	Кран мостовой электрический однобалочный под- весной г/п 3,2 т, пролет 6 м, высота подъема 3,5 м (режим А3) ГОСТ 7890-93	1	
7.5-КРМ-(1)	Таль ручная шестеренная г/п 0,5 т, высота подь- ема 6 м, тележка механическая GCL3, г/п 0,5 т	1	

#### **4.9 Маркизова лужа**

Маркизова лужа выполняет функции аккумулирующей емкости, образована со-  
образно рельефу в естественной выемке, в которую поступают дренажные воды с  
дамбы № 4 и поверхностный сток. Сток из Маркизовой лужи зарегулирован к дренаж-  
ной насосной станции по северному водоотводному каналу шириной по дну – 2,0 м,  
длиной – 2300,0 м, пропускной способностью – 9 м<sup>3</sup>/с.

Проектные решения по реконструкции Маркизовой лужи предусматривают бла-  
гоустройство территории путем отсыпки банкета из грунтов вскрышных пород карье-  
ров МАР и АШР по контуру водоёма с возможностью проезда, а также расчистку дна

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологиче- ских решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>78</b>
-------------	--	-----------

водоема для увеличения емкости и улучшения качества сбрасываемой во вторичный отстойник воды.

Проектные решения по реконструкции Маркизовой лужи приведены в томе 5.7.2: 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ2-053.11.01.

Длина отсыпаемого банкета из скальных пород отвала составляет 1340 м. Гребень и откосы банкета крепятся щебнем фракции от 40 до 70 мм толщиной слоя 0,3 м. Ширина банкета по гребню на всем протяжении составляет 10,0 м. Отметка гребня банкета переменная и составляет от 276,00 до 275,50 м.

Объемы работ по реконструкции Маркизовой лужи приведены в таблице 4.17.

**Таблица 4.17 – Объемы работ по реконструкции Маркизовой лужи**

Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
Выемка грунтов, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	46,1	
– снятие растительного слоя грунта t=0,2 м	тыс.м <sup>3</sup>	2,6	
– расчистка донных отложений	тыс.м <sup>3</sup>	43,3	
– выемка грунта ИГЭ-10 (3 группа)	тыс.м <sup>3</sup>	0,2	
Насыпь грунтов, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	21,9	
– грунты вскрышных пород карьеров МАР и АШР	тыс.м <sup>3</sup>	16,8	
– щебень фр. 40-70 мм, t=0,3 м	тыс.м <sup>3</sup>	5,1	

#### **4.10 Вторичный отстойник. Водосброс № 1 и № 2**

На данный момент вторичный отстойник состоит из двух секций. Секции разделены между собой дамбой, имеющей следующие параметры: ширина гребня 7,0-35,0 м, отметка гребня от 227,50 до 229,50 м, полная длина 1300 м, длина на контакте двух секций 970 м. Отметка поверхности воды в первой секции составляет 225,80 м, во второй – 225,00 м. Переток воды из первой секции во вторую осуществляется по трубам (три диаметром 1200 мм, одна аварийная).

Вся поступающая во вторичный отстойник вода после доосветления сбрасывается в р. Ковдора. Согласно сведениям АО «Ковдорский ГОК», а также данным водного баланса (приложение Е) среднее поступление сточных вод во вторичный отстойник составляет 0,7 м<sup>3</sup>/с.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>79</b>
-------------	---	-----------

Между первой и второй секциями вторичного отстойника в рамках реконструкции организуется поверхностный перелив для повышения качества очистки воды, сбрасываемой в р. Ковдора, за счет дополнительной аэрации потока. В состав сооружений для организации перелива входят два сооружения – водосброс № 1 и водосброс № 2. При выполнении расчетов для подбора параметров сооружений помимо расхода  $0,7 \text{ м}^3/\text{с}$  дополнительно рассматривалось возможное увеличение расхода до  $1,0 \text{ м}^3/\text{с}$ . Конструкция сооружений приведена в томе 5.7.2: 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ2-053.06.01. Гидравлические расчеты водосбросов № 1 и № 2 приведены в приложении Б.

Водосброс № 1 имеет ширину 2,0 м, длину 22,5 м и состоит из канала (лотка) с горизонтальным дном и водобойного колодца. Отметка дна лотка – 225,40 м, дна водобойного колодца – 224,40 м. Длина лотка составляет 14,5 м, водобойного колодца – 8,0 м. Сооружения водосброса № 1 выполняются из монолитного железобетона В25 W4 F200. Для организации проезда по гребню дамбы предусмотрена железобетонная плита, шириной 7,5 м. За конструкцией водосброса выполняется крепление скальным грунтом (камнем) средней крупностью  $d_{\text{ср}}=100 \text{ мм}$ . Водосброс № 1 располагается на месте демонтируемых переливных труб в восточной части вторичного отстойника. Расчет прочности конструкции водосброса № 1 приведен в приложении В.

Параметры водобойного колодца подобраны таким образом, чтобы при расходе  $0,7 \text{ м}^3/\text{с}$  имел место незатопленный гидравлический прыжок в сжатом сечении, а при расходе  $1,0 \text{ м}^3/\text{с}$  – отогнанный гидравлический прыжок. Гидравлический прыжок характеризуется существенной аэрацией потока, а скорости потока в водобойном колодце существенно выше скоростей замерзания воды.

Работа водосброса № 1 регулируется поверхностным затвором (шандорой) с ручным управлением АWTек СР-LT DN 2000x1000/1 (или аналогичным), расположенным рядом с плитой для организации проезда со стороны первой секции вторичного отстойника.

Водосброс № 2 располагается в 70-ти метрах от водосброса № 1, имеет ширину 80,0 м, длину 25,0 м и состоит из горизонтального порога и быстротока с уклоном  $i=0,07$ . Отметка порога водосброса – 225,90 м, конца быстротока – 224,50 м. Со стороны первой секции вторичного отстойника перед водосбросом выполняется расчистка до отметки 225,60 м, со стороны второй секции за водосбросом выполняется расчистка до отметки 224,00 м. Порог водосброса и откосы в его пределах крепятся скальным грунтом (камнем) средней крупностью  $d_{\text{ср}}=100 \text{ мм}$ , толщиной слоя 0,3 м по слою геотекстиля. Быстроток водосброса и откосы в его пределах крепятся скальным грунтом (камнем) средней крупностью  $d_{\text{ср}}=100 \text{ мм}$ , толщиной слоя 0,5 м по слою геотекстиля. По быстротоку водосброса № 2 возможен проезд, для этого предусмотрены съезды на быстроток с двух сторон с уклоном 100 ‰. Съезды крепятся щебнем фр. 40-70 мм толщиной слоя 0,3 м.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>80</b>
-------------	---	-----------



Скорость течения воды на быстротоке при расходе 0,7 м<sup>3</sup>/с составит 0,5 м/с, при расходе 1,0 м<sup>3</sup>/с – 0,6 м/с. Уклон дна быстротока больше критического, что в совокупности с малой глубиной течения и креплением быстротока скальным грунтом создаст бурный режим течения с хорошей аэрацией потока.

При работе водосброса № 2 (с опущенным затвором на водосбросе № 1) уровень воды в первой секции вторичного отстойника составит 226,00 м. Низкие скорости течения воды на водосбросе № 2 позволяют использовать его только в теплое время года. В холодное время года расходы переводятся на водосброс № 1 путем открытия поверхностного затвора. При работе водосброса № 1 с расчетным расходом 0,7 м<sup>3</sup>/с уровень воды в первой секции вторичного отстойника составит 225,80 м, что при отметке порога водосброса № 2 225,90 м выведет его из работы.

Схема перелива, состоящая из двух водосбросов, позволяет существенно увеличить надежность эксплуатации разделительной дамбы и первой секции вторичного отстойника, так как водосброс № 2 за счет большой ширины переливной части позволяет обеспечить пропуск расходов до 20 м<sup>3</sup>/с в случае аварийного сброса во вторичный отстойник со скоростями на быстротоке в размере 2,12 м/с, не превышающими размывающие для применяемого типа крепления (2,15 м/с).

Основные объемы работ по организации перелива между первой и второй секциями вторичного отстойника приведены в таблице 4.18.

**Таблица 4.18 – Объемы работ по водосбросу №1 и №2 вторичного отстойника**

Наименование работ	Ед. изм.	Водосброс №1	Водосброс №2	Итого
Выемка мягких грунтов, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	0,4	8,8	9,2
– выемка грунта 1 группы по трудности разработки (ИГЭ-5, 8)	тыс.м <sup>3</sup>	–	1,8	1,8
– выемка грунта 3 группы (ИГЭ-1а, 9)	тыс.м <sup>3</sup>	0,4	7,0	7,4
Обратная засыпка грунтом тела дамбы ИГЭ-1а	тыс.м <sup>3</sup>	0,24	0,16	0,4
Выравнивающий слой из песчаного грунта t=0,1 м	тыс.м <sup>3</sup>	0,02	–	0,02
Скальный грунт (камень) d <sub>ср</sub> =100 мм	тыс.м <sup>3</sup>	0,02	1,18	1,2
Щебень фр. 20-70 мм, t=0,3 F150	тыс.м <sup>3</sup>	–	0,2	0,2
Укладка геотекстиля	тыс.м <sup>2</sup>	–	2,7	2,7
Монолитный железобетон, в т.ч.:	м <sup>3</sup>	80,2	–	80,2
– В25 W4 F200	м <sup>3</sup>	79,8	–	79,8
– штрафной бетон В30	м <sup>3</sup>	0,4	–	0,4
Арматура	т	4,5	–	4,5
Опалубливаемая поверхность	м <sup>2</sup>	242	–	242
Обмазка битумом в 2 слоя	м <sup>2</sup>	124	–	124

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>81</b>
-------------	---	-----------

Наименование работ	Ед. изм.	Водосброс №1	Водосброс №2	Итого
Шпонки (лента ПН-НТ-3-О ГОСТ 4986-79, t=1,0 мм)	т	0,1	–	0,1
Затвор поверхностный (шандора) с ручным управлением	компл.	1	–	1

После окончания строительства водосброса № 1 и № 2 все существующие и временные перепускные трубы демонтируются.

#### **4.11 Узел учета № 1, № 2, № 3, № 4 с коллектором**

Узлы учета предназначены для контроля и учета расхода водотоков, впадающих во 2 поле хвостохранилища: руч. Песчаный (узел учета № 1), руч. Безымянный (узел учета № 2), руч. Черный (узел учета № 3) и руч. Каменный (узел учета № 4).

Согласно Постановлению Правительства РФ от 5 октября 2020 г. N 1607 «Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений», узлы учета с коллекторами являются гидротехническими сооружениями IV класса и рассчитываются на пропуск расхода основного расчетного случая 5% обеспеченности и расхода поверочного расчетного случая 1 % обеспеченности. Расходы 1 % и 5 % обеспеченности водотоков приведены в таблице 4.19.

**Таблица 4.19 – Расходы основного и поверочного расчетных случаев для узлов учета**

Наименование узла учета	Расход, м <sup>3</sup> /с, обеспеченности:	
	1 %	5 %
Узел учета №1 с коллектором (руч. Песчаный)	2,65	2,04
Узел учета №2 с коллектором (руч. Безымянный)	1,79	1,38
Узел учета №3 с коллектором (руч. Черный)	1,93*	1,48*
Узел учета №4 с коллектором (руч. Каменный)		
* учитывая временный характер водотока руч. Каменный, в таблице приведены суммарные расчетные расходы руч. Черный и Каменный		

Чертежи по узлам учета № 1, № 2, № 3, №4 с коллекторами приведены в томе 5.7.2: 5102-19025-П-ИОС.ТХ2-053.11.02.

Конструктивно каждый узел учета состоит из подводящего канала, входного портала коллектора из монолитного железобетона с металлической переливной стенкой и водомерной рейкой, коллектора, выходного портала коллектора из сборного железобетона и отводящего канала.

Подводящий канал выполняется в выемке. Дно и откосы канала крепятся скальным грунтом (камнем)  $d_{cp}=100$  мм толщиной слоя 0,2 м по слою геотекстиля. В месте

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>82</b>
-------------	---	-----------

сопряжения с ручьем подводящий канал имеет ширину 1,5 м. Далее, на примыкании к входному portalу коллектора, подводящий канал расширяется с 1,5 до 2,0 м.

Входной портал коллектора выполняется из монолитного железобетона В25W8F300 и представляет собой лоток прямоугольного сечения длиной 13,2 м и шириной 2,0 м. В конце лотка, на расстоянии 1,2 м от входа в коллектор располагается металлическая переливная стенка. Она крепится к закладным, расположенным в теле лотка, сплошным сварным швом. После переливной стенки канал сужается от 2,0 м в месте расположения переливной стенки до 1,6 м во входном сечении коллектора. С левой стороны по течению воды на расстоянии 4,0 м до переливной стенки расположен успокоительный колодец совмещенного типа, в котором установлена водомерная рейка, позволяющая визуальнo получать данные о текущем уровне воды. Конструкция успокоительного колодца позволяет, при необходимости, дооснастить узел учета прибором автоматического контроля уровня (расхода) воды. Геометрические параметры входного портала определены в соответствии с МИ 2406-97 «Расход жидкости в безнапорных каналах систем водоснабжения и канализации. Методика выполнения измерений при помощи стандартных водосливов и лотков»

Переливная стенка представляет собой прямоугольный водослив с тонкой стенкой, рассчитанный по МИ 2406-97. Ширина порога водослива для узла учета № 1 составляет 1,4 м, для узлов учета № 2, № 3, № 4 – 1,0 м. Гидравлический расчет переливной стенки приведен в приложении Д.

Расходные характеристики узлов учета в зависимости от измеренного уровня воды приведены в приложении Д и в томе 5.7.2: 5102-19025-П-ИОС.ТХ2-053.11.02.

Коллектор представляет собой стальную трубу диаметром 1,4 м для узла учета № 1 и 1,0 м – для узлов учета № 2, № 3, № 4. Длина коллектора 50,0 м, назначена с учетом соблюдения требований по размещению накопителей жидких и промышленных отходов в охранных зонах водных объектов. Коллектор засыпается местным грунтом полезных выемок, толщина засыпки 1,0 м от верха трубы.

Выходной портал коллектора выполняется из сборного железобетона по шифру 1484 «Трубы водопропускные круглые железобетонные сборные для железных и автомобильных дорог» для труб диаметром 1,0 м (узел учета № 2, № 3, № 4) и 1,5 м (узел учета № 1). Дно выходного портала крепится монолитным бетоном толщиной 0,3 м.

Отводящий канал выполняется в выемке с креплением дна и откосов канала скальным грунтом (камнем)  $d_{cp}=100$  мм толщиной слоя 0,2 м по слою геотекстиля. Начальный участок отводящего канала крепится скальным грунтом (камнем)  $d_{cp}=100$  мм на глубину 1,0 м на длине 3,0 м при ширине крепления 3,2 м для узла учета № 1 и на длине 2,0 м при ширине крепления 2,1 м – для узлов учета № 2, № 3, № 4. Ширина отводящего канала за пределами начального участка составляет 1,5 м.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>83</b>
-------------	---	-----------

Объемы работ по узлам учета № 1, № 2, № 3, № 4 с коллекторами приведены в таблице 4.20.

**Таблица 4.20 – Объемы работ по узлам учета № 1, № 2, № 3, № 4 с коллекторами**

Наименование работ	Ед. изм.	Узел учета №1	Узел учета №2	Узел учета №3	Узел учета №4	Итого
Выемка грунтов, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	1,4	1,3	1,4	1,4	5,5
– снятие растительного слоя t=0,2 м	тыс.м <sup>3</sup>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,8
– выемка грунта 1 группы по трудности разработки (ИГЭ-2, 3, 4)	тыс.м <sup>3</sup>	0,6	0,2	1,1	–	1,9
– выемка грунта 3 группы (ИГЭ-5)	тыс.м <sup>3</sup>	0,4	0,6	–	–	1,0
– выемка грунта 5 группы (ИГЭ-6)	тыс.м <sup>3</sup>	0,2	0,3	0,1	1,2	1,8
Насыпь грунтов, в т.ч.:	тыс.м <sup>3</sup>	0,925	0,825	0,825	0,825	3,4
– подготовка из песчаного грунта	тыс.м <sup>3</sup>	0,025	0,025	0,025	0,025	0,1
– местный грунт (обратная засыпка)	тыс.м <sup>3</sup>	0,8	0,7	0,7	0,7	2,9
– скальный грунт (камень) d <sub>ср</sub> =100 мм	тыс.м <sup>3</sup>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4
Геотекстиль	тыс.м <sup>2</sup>	0,2	0,3	0,5	0,5	1,5
Монолитный бетон В25W8F300	м <sup>3</sup>	49	48	48	48	193
Арматура в монолитном бетоне	т	2,8	2,7	2,7	2,7	10,9
Сборный железобетон	м <sup>3</sup>	5,4	3,3	3,3	3,3	15,3
Закладные детали	т	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4
Обмазка битумом в 2 слоя	м <sup>2</sup>	120	112	112	112	456
Труба 1420x14 мм ГОСТ 10704-91 / 09Г2С ГОСТ 19281-2014	п.м./т	53,0 / 25,5				53,0 / 25,5
Труба 1020x14 мм ГОСТ 10704-91 / 09Г2С ГОСТ 19281-2014	п.м./т		53,0 / 18,2	53,0 / 18,2	53,0 / 18,2	159 / 54,6
Лист стальной 20 мм	т	0,5	0,6	0,6	0,6	2,3
Водомерная рейка	м	1,7	1,7	1,7	1,7	6,8

#### **4.12 Сводная ведомость объемов работ**

Сводная ведомость объемов работ по объектам хвостового хозяйства приведена в томе 5.7.2: 5102-19025-П-ИОС.ТХ2-ВОР.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>84</b>
-------------	---	-----------

## 5 Технология складирования хвостов

### 5.1 Описание технологического процесса обогащения руд МАР, МЖАР, АШР

Основной рудной базой комбината является Ковдорское комплексное месторождение бадделеит-апатит-магнетитовых руд (БАМР), условно подразделяющихся на маложелезистые, апатитовые и магнетит-апатитовые руды (МЖАР, МАР). Месторождение разрабатывается комбинатом с 1962 года, сначала с целью производства железорудного концентрата, а с 1975 года, после ввода в эксплуатацию апатит-бадделеитовой обогатительной фабрики (АБОФ), апатитового и бадделеитового концентратов. В 2014 году, для обеспечения устойчивой и эффективной работы предприятия по выпуску апатитового концентрата, в промышленную переработку введён новый источник сырья – апатит-штаффелитовая руда (АШР), отличающейся от БАМР более высоким содержанием  $P_2O_5$  и низким содержанием Fe, производительность комплекса переработки и обогащения АШР составляет около 3,65 млн. тонн руды в год.

Товарной продукцией комбината являются концентрат: железорудный ТУ 0712-002-00186759-2002, апатитовый концентрат двух марок (КА-1 и КА-2) ТУ 2111-001-00186759-14 и бадделеитовый порошок ТУ 1762-003-00186759-2000.

Дробильная фабрика, входящая в состав подразделений Ковдорского ГОКа, осуществляет приёмку и дробление руды карьера р-ка «Железный» по классической 3-х стадийной схеме, с производительностью оборудования до 20 млн. тонн руды в год. Структурно в дробильную фабрику входят два корпуса крупного дробления, корпус среднего и мелкого дробления и специальный склад для усреднения руд МЖАР, МАР, соединяющиеся между собой конвейерными галереями с перегрузочными узлами.

Обогатительный комплекс является одним из основных цехов АО «Ковдорский ГОК», в его состав входят следующие структурные подразделения:

- МОФ, включающая корпуса обогащения, сушки, складирования и погрузкой ЖРК;
- АБОФ, включающая корпус обогащения, в состав которого входит малотоннажное производство бадделеитового порошка, корпуса сушки с силосным складом и погрузки апатитового концентрата;
- ПАШР – участок переработки апатит-штаффелитовой руды, включающий корпуса дробления 1, 2, 3 стадий и корпуса оттирки и промывки АШР.

Технологическая схема производства железорудного концентрата МОФ включает 2-х стадийное измельчение руды в мельницах типа МСЦ и МШР, работающих в замкнутом цикле с гидроциклонами. Магнетит из руды извлекается методом мокрой

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	85
------	---	----

магнитной сепарации слабого поля (ММС), включающей основную и перечистные операции. Пульпа магнитной фракции перечисток рудных секций (II-III), поступает на механическую классификацию, «плюсовой» класс направляется на доизмельчение, «минусовой» на обезвоживающую ММС. Узел доизмельчения включает, доизмельчение надрешетного продукта в мельнице типа МШР, работающей в замкнутом цикле с гидроциклонами, который далее направляется на ММС по схеме аналогичной ММС рудных секций. Объединённый магнитный продукт перечисток и обезвоживающей ММС поступает на дальнейшую фильтрацию и сушку ЖРК.

Технологические хвосты МОФ через ПНС-1 поступают в корпус обогащения АБОФ на производство апатитового и бадделеитового концентратов, получаемых по флотационно-гравитационной схеме обогащения. Так же в ПНС-1, на базе зумпфов №№ 6, 8 и 9 на МОФ, реализована схема внутреннего водооборота, включающая два контура сбора повторно используемой воды – технологических хвостов секции дообогащения и хвостов обезвоживающей сепарации узла фильтрации. Повторно используемая вода подаётся на разгрузку мельниц первой стадии МСЦ и в ванны магнитных сепараторов на перечистках ММС.

Технологическая схема получения апатитового концентрата включает подготовку хвостов МОФ с целью повышения содержания  $P_2O_5$  в питании флотации. Подготовка хвостов МОФ включает гидравлическую и механическую классификацию, доизмельчение в мельницах типа МШР, работающих в замкнутом цикле с гидроциклонами, и сгущение продуктов классификации. Сливы сгустителей  $\varnothing$  50м являются отвальными хвостами подготовки питания флотации.

Схема флотации апатита включает основную флотацию, две перечистные и две контрольные операции, работающих в замкнутом цикле. Хвосты апатитовой флотации направляются на производство бадделеитового концентрата, пенный продукт второй перечистки является готовым флотационным апатитовым концентратом и направляется на сгущение, фильтрацию и сушку.

Сливы концентратных сгустителей (диаметром 18 м) и обедненный слив гидроциклонов сбора фильтрата, дренажей и мокрой пыле-газоочистки корпуса обезвоживания и сушки апатитового концентрата являются отвальными хвостами.

Получение бадделеитового порошка производится по гравитационно-флотационной схеме обогащения с доводочными операциями магнитной сепарации в слабом и сильном поле.

Хвосты апатитовой флотации поступают на классификацию и обесшламливание в гидроциклонах для подготовки раздельного питания тонкозернистой и грубозернистой гравитации, с использованием винтовых сепараторов. Пески обесшламливаю-

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	86
------	---	----



щих гидроциклонов направляются в цикл тонкозернистой гравитации, бедные продукты которой, объединяясь со сливом обесшламливающих гидроциклонов, являются отвальными хвостами тонкозернистой гравитации.

Пески классифицирующих гидроциклонов направляются на магнитную сепарацию слабого поля и далее, в цикл грубозернистой гравитационной сепарации, магнитная фракция ММС является отвальным хвостом.

Грубозернистая гравитационная сепарация включает основную, контрольную, промпродуктовую и перечистную операции, хвосты основной и промпродуктовой сепарации являются отвальными хвостами.

Концентрат перечистой грубой сепарации направляется на ММС, грохочение и флотацию светлых минералов, магнитная фракция ММС, надрешетный продукт грохочения и пенный продукт флотации являются отвальными хвостами.

Камерный продукт флотации светлых минералов поступает на сгущение в гидроциклонах и сульфидную флотацию-I, слив гидроциклонов и пенный продукт сульфидной флотации являются отвальными хвостами.

Камерный продукт сульфидной флотации поступает на сгущение в гидроциклоны и доводку на концентратных столах, включающую основную и две перечистные операции, слив гидроциклонов и хвосты концентрационных столов 1-й и 2-й перечисток являются отвальными хвостами.

Концентрат столов направляется на гидравлическую и механическую классификацию и далее на сгущение. Сливы классификации, сгущения и надрешетный продукт грохочения являются отвальными хвостами.

Сгущенный продукт поступает на сульфидную флотацию-II и далее на сгущение и классификацию. Пенный продукт сульфидной флотации и обедненный слив сгущения и классификации являются отвальными хвостами.

Пески классификатора поступают на сушку концентрата в электрическую печь. Высушенный черновой бадделеитовый порошок подвергается сухой доводочной очистке методом магнитной сепарации слабого, сильного поля, с использованием электромагнитных сепараторов (I и II). Магнитная фракция является отвальными хвостами. Сухой бадделеитовый порошок является готовым продуктом и затаривается в мягкие контейнеры для отправки потребителям.

Отвальные хвосты апатитового и бадделеитового производства по хвостовым лоткам поступают в ПНС-1А и по магистральным трубопроводам перекачиваются в новую ПНС-2.

Технологическая схема переработки АШР включает 3-х стадийную схему дробления и 2-х стадийную схему измельчения, с включением операций промывки

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	87
------	---	----



и оттирки руды от первичных глинистых шламов, получение апатитового концентрата производится по магнитно-флотационной схеме обогащения с последующим обезвоживанием и совместной сушкой с концентратом, полученным из руд МАР, МЖАР.

Промывка руды осуществляется в корпусе КСМД на валковом грохоте под напором воды, что позволяет разрушать смёрзшиеся куски глинистых минералов, поступающие с рудой в зимний период работы. В корпусе Оттирки производится мягкая дезинтеграция дроблёной руды в мельницах МСЦ, т. к. относительно хрупкий апатит склонен к переизмельчению.

Отмытые на валковом грохоте первичные шламы объединяются со сливом мельницы МСЦ и поступают на обесшламливающие гидроциклоны, расположенные в корпусе Промывки, слив гидроциклонов является отвальным хвостом и по магистральным трубопроводам перекачивается во 2 поле хвостохранилища.

Пески обесшламливающих гидроциклонов поступают на 2 стадию измельчения руды в мельницу МШЦ, работающую с предварительной классификацией, слив МШЦ поступает в корпус обогащения АБОФ на 3-ю стадию измельчения руды, которая осуществляется в двух /трёх шаровых мельницах МШР, работающих в замкнутом цикле с классификацией, слив гидроциклонов является питанием магнитной сепарации слабого поля.

Схема ММС включает основную магнитную сепарацию и две перечистки с замкнутым циклом, немагнитная фракция поступает на обесшламливание в гидроциклоны, магнитная фракция 2-й перечистки является железосодержащим продуктом и направляется для обезвоживания на МОФ. Шламовый продукт гидроциклонов подвергаются сгущению в пластинчатом сгустителе, пески которого совместно с песками гидроциклонов являются питанием апатитовой флотации. Слив сгустителя является отвальным хвостом и вместе с хвостами корпуса Промывки, поступают на хвостохранилище.

Флотационная схема обогащения АШР аналогична схеме апатитовой флотации руд МАР, МЖАР и включает основную флотацию, две контрольных и две перечистных операции. Камерный продукт 2-й контрольной флотации является отвальным хвостом и направляется в ПНС-1А, пенный продукт 2-й перечистки является готовым флотационным апатитовым концентратом и поступает на сгущение в концентратные сгустители Ц-18 №№ 6,7. Слив сгустителей является отвальным хвостом и направляется в ПНС-1А, сгущённый продукт поступает на фильтрацию и сушку совместно с апатитовым концентратом, полученным из руд МАР, МЖАР.

Качественно-количественные схемы обогащения руд МАР, МЖАР и АШР и схемы цепи аппаратов приведены в приложении И.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	88
------	---	----

## **5.2 Технологическая схема заполнения в планируемый период эксплуатации**

Годовой объём, занимаемый хвостами с учётом плотности скелета 1,60 т/м<sup>3</sup>, составит 3,44 – 9,27 млн м<sup>3</sup>. Общий объём хвостов за 23 года эксплуатации составит 167,4 млн м<sup>3</sup>. Средняя отметка хвостов во 2 поле за пределами карт № 1 и № 2 к началу периода реализации основных технических решений принята 289,00 м, в карте № 1 – 314,50 м (от 311,50 до 317,50 м), в карте № 2 – 296,50 м (от 293,50 до 299,50 м).

Отметка гребня намытых хвостов к концу эксплуатации составит 317,50 м.

Возведение дамб обвалования предлагается осуществлять с отметок 290,00 м за пределами карт № 1 и № 2. Нарастивание происходит по следующей схеме: намыв хвостов очередного яруса, срезка части хвостов намытого пляжа и отсыпка дамб обвалования из вскрыши скального грунта.

Высота дамб обвалования одного яруса принята 4,0 м.

По мере заполнения хвостохранилища, отметки гребня дамб обвалования выравниваются с отметками гребня дамб карт № 1 и № 2. Отсыпка дамб обвалования по всей длине Ограждающей дамбы позволит увеличить площадь намыва.

Укладка хвостов в хвостохранилище производится в соответствии с технологическим режимом работы ОФ, в том числе:

- в зимний период: через сосредоточенные выпуски диаметром DN1000 под лед отстойного прудка;
- в летний период: через рассредоточенные выпуски диаметром 200 мм, с шагом 20 м по фронту намыва.

На хвостохранилище ежегодно выполняются работы по возведению дамб обвалования, перекладке распределительных пульповодов, ремонту и монтажу намывных выпусков.

Основные принципы в эксплуатации хвостохранилища сохраняются на весь период эксплуатации, они включают:

- технологию намыва в тёплый и холодный периоды года;
- технологию возведения дамб обвалования;
- технологию перекладки распределительных пульповодов.

Баланс укладки хвостов по годам эксплуатации с отметками заполнения и дамб обвалования представлен в таблице 5.1.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>89</b>
-------------	---	-----------

**Таблица 5.1 – Баланс укладки хвостов по годам эксплуатации**

Год эксплуатации	Выход хвостов			Отметка заполнения, м	Проектная отметка дамбы обвалования, м
	$\gamma_{ск.}, \text{Т/М}^3$	млн т	млн. м <sup>3</sup>		
2022	1,60	14,82	9,27	289,50	294,00
2023	1,60	14,67	9,17	293,50	294,00
2024	1,60	14,54	9,09	297,50	298,00
2025	1,60	13,62	8,52	301,50	302,00
2026	1,60	12,87	8,04	301,50	302,00
2027	1,60	14,96	9,35	301,50	302,00
2028	1,60	12,64	7,90	305,50	306,00
2029	1,60	13,14	8,21	305,50	306,00
2030	1,60	10,24	6,40	305,50	306,00
2031	1,60	10,23	6,40	309,50	310,00
2032	1,60	10,35	6,47	309,50	310,00
2033	1,60	9,98	6,24	309,50	310,00
2034	1,60	9,81	6,13	309,50	310,00
2035	1,60	9,75	6,09	313,50	314,00
2036	1,60	9,91	6,19	313,50	314,00
2037	1,60	9,80	6,12	313,50	314,00
2038	1,60	9,90	6,19	313,50	314,00
2039	1,60	9,87	6,17	313,50	314,00
2040	1,60	10,48	6,55	317,50	318,00
2041	1,60	10,69	6,68	317,50	318,00
2042	1,60	10,51	6,57	317,50	318,00
2043	1,60	10,11	6,32	317,50	318,00
2044	1,60	9,43	5,89	317,50	318,00
2045	1,60	5,50	3,44	317,50	318,00
<b>Всего</b>		<b>267,82</b>	<b>167,4</b>		

### 5.3 Водный баланс

АО «Ковдорский ГОК» эксплуатирует систему оборотного водоснабжения, предназначенную для осветления оборотной воды до состояния, позволяющего использовать ее в производственном процессе, и подачи этой воды на МОФ и АБОФ.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>90</b>
-------------	---	-----------

По завершению реконструкции водоснабжение обогатительных фабрик осуществляется за счет забора воды из прудка-отстойника 2 поля хвостохранилища. Осветленная в прудке-отстойнике хвостохранилища вода через шандорный колодец поступает в водоподводящие коллекторы и далее направляется на НОВ-3. Из НОВ-3 вода перекачивается по двум водоводам оборотного водоснабжения диаметром 1220 мм до узла переключения водоводов от НОВ-3, а далее по двум существующим водоводам оборотного водоснабжения направляется на промплощадку.

В оборотном водоснабжении участвуют фильтрующиеся через ограждающую дамбу воды 2 поля хвостохранилища. Остатки фильтрующихся вод попадают во вторичный отстойник, расположенный севернее ограждающей дамбы.

Поверхностные воды, попадающие в хвостохранилище, являются чистыми. Здесь они смешиваются с технологически загрязненными водами, увеличивая их объем.

Баланс по приходной и расходной частям водного баланса составлен по годам по графику выхода хвостов период 2022-2045 гг.

Исходные данные по среднегодовым величинам осадков и объёмов поверхностного стока во 2 поле хвостохранилища принимались по данным инженерно-экологических изысканий.

Исходные данные:

- среднегодовая сумма осадков – 591 мм/год;
- среднемноголетняя величина испарения с водной поверхности – 224 мм/год;
- величина испарения с поверхности суши составляет 70 % от величины испарения с водной поверхности – 224 мм/год;
- выход хвостов (среднее значение) – 6,97 млн. м<sup>3</sup>/год;
- консистенция пульпы (среднее значение)– 1:9,6;

Прудок-отстойник 2 поля хвостохранилища (годовой отчет за 2021 г.):

- объем воды – 10,35 млн. м<sup>3</sup>;
- площадь – 2,6 млн. м<sup>2</sup>;

Вторичный отстойник:

- объем воды – 900 тыс. м<sup>3</sup>;
- площадь – 325 тыс. м<sup>2</sup>.

Притоки воды с площади водосбора приняты равными объёму притока ручьёв и рек, впадающих в 1 и 2 поле хвостохранилища.

Расходы на фильтрацию из 2 поля хвостохранилища приняты на основании прогнозного расчета фильтрации через ограждающую дамбу и основание.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>91</b>
-------------	---	-----------

Уровень воды в отстойном пруду принят в соответствии с прогнозируемым графиком заполнения 2 поля хвостохранилища.

Расчет водного баланса 2 поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК» на 2022 – 2045 гг. приведен в приложении Е.

#### **5.4 Пропуск паводков малой обеспеченности**

Паводковые расходы, поступающие во 2 поле хвостохранилища от водотоков: р. Можель (из 1 поля через проходческий водоотлив), руч. Песчаный, Безымянный, Черный и Каменный, по возможности (в зависимости от уровня воды в прудке, на начало паводка, отметок гребня ограждающей дамбы и пляжа намытых хвостов) аккумулируются в прудке-отстойнике 2 поля хвостохранилища. В дальнейшем, накопленный объем воды постепенно сбрасывается во вторичный отстойник до соответствия емкости прудка-отстойника проектным параметрам. Такой режим пропуска паводка позволит избежать избыточной приточности во вторичный отстойник и р. Н. Ковдора.

Согласно критериям безопасности гидротехнических сооружений (том 12.4), для 2 поля хвостохранилища запас полезной емкости хвостохранилища перед наращиванием очередного яруса ограждающей дамбы должен составлять не менее годового объема складирования хвостов. Таким образом, в любой момент времени во 2 поле хвостохранилища будет иметься полезная емкость не менее 8,0 – 9,0 млн. м<sup>3</sup>, которую при необходимости можно будет использовать для аккумуляции паводковых расходов.

В случае отсутствия возможности аккумуляции паводкового стока в хвостохранилище, вся поступающая в хвостохранилище вода должна быть сброшена через систему оборотного водоснабжения.

Максимальные расчетные расходы водотоков, впадающих в 1 и 2 поле хвостохранилища приведены в таблице 5.2.

**Таблица 5.2 – Расчётные максимальные расходы различной обеспеченности**

	Максимальные расходы обеспеченностью Р %, м <sup>3</sup> /с					
	0,01	0,1	0,5	1	3	5
р. Можель	4,80	4,06	3,68	3,20	2,78	2,46
руч. Песчаный	3,98	3,37	3,05	2,65	2,31	2,04
руч. Безымянный	2,68	2,27	2,06	1,79	1,55	1,38
руч. Чёрный, руч. Каменный	2,89	2,45	2,22	1,93	1,68	1,48

Согласно СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения. СНиП 33-01-2003» для гидротехнических сооружений I класса расчетный расход

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>92</b>
-------------	---	-----------

основного расчетного случая должен соответствовать расходу 0,1 % обеспеченности, расход поверочного расчетного случая – расходу 0,01 % обеспеченности.

Расход водотоков, выпадающих непосредственно во 2 поле, составляет: для основного расчетного случая 0,1 % обеспеченности  $Q_{0,1\%} = 8,09 \text{ м}^3/\text{с}$ ; для поверочного расчетного случая 0,01 % обеспеченности  $Q_{0,01\%} = 9,55 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Расход водотоков с учетом р. Можель составляет: для основного расчетного случая 0,1 % обеспеченности  $Q_{0,1\%} = 12,15 \text{ м}^3/\text{с}$ ; для поверочного расчетного случая 0,01 % обеспеченности  $Q_{0,01\%} = 14,35 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Согласно выполненному расчету (приложение Г), пропускная способность системы, состоящей из шандорного колодца, водоподводящих железобетонных коллекторов и водосбросной трубы из НОВ-3 во вторичный отстойник, составляет 11,7 м<sup>3</sup>/с. Это позволит обеспечить сброс расхода поверочного расчетного случая водотоков, выпадающих непосредственно во 2 поле, в полном объеме в самотечном режиме работы системы.

Расход поверочного расчетного случая с учетом перекачиваемых расходов р. Можель из 1 поля  $Q_{0,01\%} = 14,35 \text{ м}^3/\text{с}$  может быть пропущен при совместной работе водосбросной трубы с выпусками опорожнения № 1 (ПК6+50,00) и № 2 (ПК17+50,00) на водоводах оборотного водоснабжения. В этом случае, максимальная пропускная способность в самотечном режиме составит 15,0 м<sup>3</sup>/с, из которых 10,0 м<sup>3</sup>/с пойдет по водосбросной трубе во вторичный отстойник и 5,0 м<sup>3</sup>/с пойдет через выпуски для опорожнения водоводов оборотного водоснабжения в систему дренажа и водоотведения, и, далее, также во вторичный отстойник.

Указанные выше пропускные способности определены для уровня воды в прудке-отстойнике 288,00 м, и будут увеличиваться с ростом уровня воды.

Таким образом, расход поверочного расчетного случая, как с учетом, так и без учета расходов р. Можель, при необходимости может быть полностью сброшен в самотечном режиме во вторичный отстойник без аккумуляции в хвостохранилище.

### **5.5 Сведения о расчетной численности, профессионально квалификационном составе работников с распределением по группам производственных процессов, числе рабочих мест и их оснащенности**

Сводная общая расчетная списочная численность персонала Цеха хвостового хозяйства Ковдорского ГОКа (ЦХХ) с учетом реконструкции и строительства новых объектов, составляет 186 человек. В расчете, представленном в приложении Ж, указаны категории работ по уровню энергозатрат (СанПиН 2.2.4.548-96) и разряды зрительных работ (СП 52.13330.2016). Также в приложении Ж в списочную численность

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	93
------	---	----



включен персонал, обслуживающий автомобильную спецтехнику, и специалисты по ремонту и обслуживанию приборов КИПиА.

Общая фактическая численность персонала ЦХХ на момент начала проектных работ составляет 81 человек. В данное количество не входит персонал, обслуживающий специальную автотехнику, которая закреплена за Цехом. А также, в фактической численности не представлен персонал по обслуживанию КИПиА.

Проектные решения, реализованные при организации новых рабочих мест, направлены на экономное использование производственной площади, рациональное пространственное размещение технологического оборудования и инвентаря. Таким образом, за счет технологичных компоновочных решений обеспечивается минимальная протяженность транспортных потоков и, как следствие, минимизация трудовых затрат.

Проектной документацией предусмотрено использование высокотехнологичного оборудования, имеющего высокую степень автоматизации. Все рабочие места оснащены системой связи и сигнализации. Технологический процесс полностью механизирован, что исключает возможность физических нагрузок, связанных с подъёмом и перемещением тяжестей и делает возможным использование труда женщин на всех объектах ЦХХ.

Показатели микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы и периодов года соответствуют требованиям СанПиН 2.2.4.548-96 и обеспечивают сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Выделения вредных веществ в воздух рабочей зоны не превышают ПДК, другие вредные производственные факторы не превышают установленных нормативами ПДУ.

## 5.6 Техника и механизмы

Согласно «Годовому отчету о состоянии в 2021 году хвостового хозяйства АО «Ковдорский ГОК» при эксплуатации хвостохранилища используется техника и механизмы, представленные в таблице 5.3.

**Таблица 5.3 – Эксплуатационная техника хвостового хозяйства АО «Ковдорский ГОК»**

Название (тип) механизма (машины)	Кол.	Виды работ, на которых используются механизмы	Примечание
1. Кран-трубоукладчик ТГ-503К 2. Кран-трубоукладчик ТГ-511К	2	Работы по монтажу, демонтажу и перевозке труб	АТЦ

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	94
------	---	----



Название (тип) механизма (машины)	Кол.	Виды работ, на которых используются механизмы	Примечание
Экскаватор гусеничный KOMATSU PC300LC7	1	Проходка и чистка дренажных канав, кюветов и т.д.	АТЦ
Трелевочный трактор ТЛ-100	3	Перевозка труб и других металлоконструкций	ЦХХ
Бульдозер гусеничный Т-9.01	1	Наталкивание лежалых хвостов, формирование ограждающих дамб, планировка дороги ТУ	АТЦ
Станция АВ-16-Т-400	1	Для питания электроэнергией тельферов ВК-3	ЦХХ
Автомобиль КАМАЗ - 4326-15	1	Перевозка материалов, сварочных агрегатов, доставка людей	АТЦ
Передвижной сварочный агрегат АДД-4004	2	Производство сварочных работ по трассам пульповодов	ЦХХ
Передвижной сварочный агрегат АДД-303	1	Производство сварочных работ по трассам пульповодов	ЦХХ
Бульдозер гусеничный CAT D9R	1	Отсыпка дамб обвалования, содержание автодорог	рудник

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>95</b>
-------------	---	-----------

## 6 Мониторинг безопасности ГТС

Мониторинг технического состояния и безопасности должен проводиться на всех ГТС, повреждения которых могут привести к возникновению чрезвычайной ситуации в соответствии с Федеральным законом «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21.07.1997 года № 117-ФЗ.

Мониторинг безопасности ГТС на стадии эксплуатации осуществляется с целью обеспечения постоянного контроля технического состояния ГТС АО «Ковдорский ГОК» и воздействия окружающей среды на сооружение, для своевременного выявления дефектов и неблагоприятных процессов, назначения ремонтных мероприятий, предотвращения отказов и аварий, улучшения режимов эксплуатации, оценки уровня безопасности и риска аварий.

Основными задачами мониторинга безопасности ГТС являются:

- обеспечение безопасной эксплуатации ГТС;
- комплексное изучение основных показателей работы ГТС;
- проверка соответствия показателей состояния ГТС проектным значениям, критериям безопасности и нормативным требованиям;
- объективная оценка эксплуатационной надежности и безопасности ГТС.

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

Мониторинг безопасности ГТС должен проводиться постоянно в течение всего жизненного цикла сооружения: при эксплуатации, ремонтах, реконструкции, консервации и ликвидации.

Мониторинг безопасности строится на основе оптимизации объемов дистанционных и иных наблюдений, обеспечивающих своевременное выявление (прогнозирование) и предупреждение наиболее опасных аварийных ситуаций. Для выполнения отдельных наблюдений могут привлекаться соответствующие специализированные организации.

### 6.1 Основные функции системы мониторинга безопасности ГТС

Основные функции системы мониторинга безопасности ГТС заключаются в следующем:

- наблюдения за устойчивостью (статической, динамической, сейсмической и фильтрационной) ограждающих дамб и других сооружений (элементов конструкции) накопителей промышленных отходов;

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	96
------	---	----

- наблюдения за уровнями воды, глубиной, мутностью, химическим составом и объемами воды в прудках-отстойниках;
- наблюдения за фильтрацией из накопителя;
- учет сбросов (баланс) дренажных вод и выбросов ЗВ в окружающую среду;
- учет объемов и динамики складирования хвостов;
- учет физико-механических характеристик хвостов, укладываемых в ограждающие дамбы и чашу накопителя;
- учет технологических параметров складирования (намыва) хвостов;
- учет нарушенных (деградированных, загрязненных) и рекультивированных (восстановленных) земель;
- наблюдения за состоянием (загрязнением) подземных и поверхностных вод в районе накопителя, а также грунтов прилегающих территорий.

## **6.2 Состав и объем ведения натуральных наблюдений**

Мониторинг состояния ГТС должен включать:

- регулярные взаимоувязанные контрольные наблюдения за состоянием ГТС, их оснований, береговых сопряжений в нижнем и верхнем бьефах;
- сбор, накопление и хранение данных наблюдений;
- создание и ведение базы данных наблюдений;
- сопоставление измеренных значений диагностических показателей состояния ГТС с их критериальными значениями;
- оперативную оценку состояния ГТС, их оснований и береговых сопряжений;
- информирование органов, заинтересованных в безаварийном состоянии ГТС на местном (локальном), региональном (территориальном) и федеральном уровнях.

Перечень основных показателей состояния водоподпорных ГТС, как наиболее ответственных, и развития опасных процессов в грунтовых массивах, контролируемых в процессе мониторинга, включает в себя:

- вертикальные (осадки) и горизонтальные перемещения сооружений и их оснований;
- фильтрационные расходы, поступающие в дренажные устройства или выходящие на дневную поверхность;
- отметки депрессионной поверхности фильтрационного потока в теле грунтовых сооружений и береговых примыканиях;

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	97
------	---	----

- пьезометрические напоры в теле сооружения, основании и береговых примыканиях;
- пьезометрические градиенты;
- характеристики отложения хвостов перед ГТС;
- вертикальные и горизонтальные смещения оползневых и потенциально неустойчивых массивов в примыканиях, верхнем и нижнем бьефах ГТС.

Рекомендуемый состав, наименование и способы измерения показателей состояния ГТС, контролируемых в процессе мониторинга, приведены в таблице 6.1.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>98</b>
-------------	---	-----------

**Таблица 6.1 – Состав, наименование и способы измерений показателей ГТС АО «Ковдорский ГОК», контролируемых в процессе мониторинга**

Основные объекты мониторинга	Основные контролируемые показатели состояния ГТС	Способ контроля/измерения показателя	Определяемые параметры	Периодичность (сроки) наблюдений	Документация, где фиксируются результаты наблюдений
Ограждающая дамба, в т.ч. дренажная система	Наблюдения за состоянием откосов, гребня	Обход, визуальные наблюдения, простые линейные измерения. Допускается применение набора ВИК	Деформации грунта, выходы фильтрационных вод, механическая суффозия и др. параметры, определенные критериями безопасности	Не реже одного раза в неделю	Журнал визуальных наблюдений за состоянием дамбы
	Вертикальные перемещения (осадки) гребня	Инструментальный контроль. Геодезическое оборудование (нивелиры, тахеометры, спутниковые системы и т.п.)	Отметки (осадки), мм	– 1 раз в месяц в течение первого года наблюдений	Журнал инструментальных наблюдений за деформациями ограждающей дамбы
	Горизонтальные смещения гребня сооружения		Смещения, мм	– 1 раз в квартал в течение второго года наблюдений	
	Ширина гребня, заложения откосов		Геометрические параметры	– затем 1-2 раза в год	
	Значения коэффициента устойчивости откосов	Математически. Вычисляются по результатам инструментального контроля	Безразмерная величина	Не реже одного раза в год	Годовой отчет о состоянии ГТС
	Положение поверхности кривой депрессии	Инструментальный контроль. Рулетки, хлопущки, уровнемеры и т.п.	Отметки ПУВ, м БС	1 раз в 10 дней В период паводков частота наблюдений может быть увеличена до 1 раза в 5-7 дней	Журнал наблюдений за уровнем воды в пьезометрах
	Градиенты напора	Математически. Вычисляются по результатам измерений ПУВ в сооружении и его основании	Безразмерная величина	1 раз в квартал по осредненным месячным показаниям ПУВ	
	Фильтрационные расходы	Дистанционные измерения расхода или прямые измерения на мерных водосливах	Объем расхода, м <sup>3</sup> /с	3 раза в месяц (не реже одного раза в неделю) При увеличении объема фильтрации частота измерений д.б. увеличена	Журнал замеров расходов фильтрационной воды
	Мутность профильтрованной воды	Мерный сосуд	Мутность, мг/л		
Пруд-отстойник	Наблюдения за уровнем и объемом наполнения	Замер уровня воды по водомерной рейке, автоматическими уровнемерами, геодезическим оборудованием и т.п.	Отметки, м БС	Один раз в сутки (в паводковый период – посменно)	Журнал наблюдений за прудом-отстойником
	Контроль параметров пляжа	Визуально-инструментальный контроль. Геодезическое оборудование	Равномерность намыва Длина пляжа, м Отметки намыва, м БС	1 раз в месяц	
	Размер майны в районе водозаборного колодца (в зимний период)	Визуально-инструментальный контроль	Ширина, м	Не реже одного раза в неделю. Ежедневно – при установившейся отрицательной температуре	
Пульповоды (водоводы)	Наблюдения за целостностью и исправностью	Обход и осмотр трубопроводов и арматуры	Повреждения, деформация, протечки и т.д.	Не реже одного раза в день	Журнал визуальных наблюдений за пульповодами (водоводами)
	Толщинометрия	Инструментальный контроль. Применение различных толщиномеров	Фактическая (критическая) толщина, мм	Не реже 4 раз в год (при значительном истирании толщины периодичность может быть увеличена)	Журнал инструментальных наблюдений (толщинометрии)
Водозаборный колодец и коллектор	Наблюдения за состоянием и правильной эксплуатацией	Визуальный контроль	Наличие деформации, трещин, фильтрации, состояние сороудерживающих решеток и т.д.	Не реже одного раза в неделю. При пропуске паводков осмотр осуществляется еженедельно	Журнал визуальных наблюдений за водозаборным сооружением
Насосные станции	Наблюдения за исправностью оборудования	Визуальный осмотр оборудования	Контроль наличия течей в соединениях и насосном оборудовании, состояние арматуры	Посменно	Журнал визуальных наблюдений за оборудованием НС

Основные объекты мониторинга	Основные контролируемые показатели состояния ГТС	Способ контроля/измерения показателя	Определяемые параметры	Периодичность (сроки) наблюдений	Документация, где фиксируются результаты наблюдений
Территория НБ и окружающая среда	Наблюдения за состоянием территории нижнего бьефа	Обход, визуальные наблюдения	Контроль заболачивания территории, фильтрационных явлений, появления влаголюбивой растительности и т.д.	Не реже одного раза в неделю	Журнал визуальных наблюдений за территорией нижнего бьефа
	Наблюдения за загрязнением	Отбор проб в контрольных скважинах, водных объектах	Концентрация ЗВ, мг/л	Не реже одного раза в месяц	Журнал мониторинга концентрации ЗВ
Автодороги и подъезды	Наблюдения за состоянием дорог	Визуальный осмотр	Выбоины, размывы колеи и т.д.	Не реже одного раза в месяц (в период паводка и обильного кол-ва осадков – 1 раз в неделю)	Журнал визуальных наблюдений за состоянием дорог и подъездов

### **6.3 Перечень контролируемых показателей**

Для контроля объектов мониторинга устанавливаются контролируемые показатели – качественные и количественные.

Перечень критериев безопасности по всем объектам мониторинга, по качественным и количественным показателям, приведен в п. 7.2 данной записки.

Для контроля количественных показателей предусмотрена система КИА.

### **6.4 Состав контрольно-измерительной аппаратуры**

#### **6.4.1 Действующая КИА**

Наблюдения за деформациями дамбы № 4 ведутся по системе существующих постоянных марок, установленных в 5 створах: в 4-х створах – по 5 марок, в 1-ом створе – 3 марки, общее количество марок – 24 шт.

На дамбе отстойного пруда – 3 марки (3 створа), 2 марки на отм. 290,00 м.

На участке дамбы № 1 устроены три створа КИА, оборудованные пьезометрами и поверхностными марками. Расстояние между створами 300 м.

Наблюдения за положением депрессионной поверхности в теле дамбы № 4 осуществляются по пьезометрам, оборудованным в шести створах на пикетах: 55+00, 57+00, 59+00, 61+00, 66+50, 71+50 (от 5 до 6 пьезометров в каждом створе), общее количество пьезометров – 33 шт.

Уровень воды в отстойном пруду хвостохранилища контролируется по водомерным рейкам, установленным на колодце ВК-3 и на берегу на время его работы и колодце ВК-4 – после ввода его в эксплуатацию.

Величина фильтрационных расходов замеряется в фиксированных точках сборной дренажной канавы, по которой профильтровывавшаяся вода подается во вторичный отстойник: т. 1 – около НОВ-2 и т. 2 – на расстоянии 340 м от первой точки.

Для контроля качества подземных вод в нижнем бьефе северной дамбы оборудованы 2 гидронаблюдательные скважины: 8гм – около дамбы, 9гм – у вторичного отстойника.

Наблюдения за технологией намыва и заполнением карт хвостохранилища включают:

- учет объемов хвостов, уложенных в хвостохранилище;
- учет объемов воды, аккумулируемой в отстойном пруду.

При контроле процесса осветления оборотной воды определяют: содержание взвесей и химсостав оборотной воды и идущей на сброс в р. Н. Ковдора.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>101</b>
-------------	---	------------



Визуальными наблюдениями контролируется состояние дамб, дренажных, водозаборных и водоотводящих сооружений, состояние системы гидротранспорта и обратного водоснабжения.

Состав и соответствие действующей установленной КИА проекту приведены в таблице 6.2.

**Таблица 6.2 – Состав действующей КИА**

Наименование сооружений и место установки КИА	Наименование аппаратуры	Количество КИА		
		по проекту	установлено	действующей
Дамба № 4	Пьезометр	33	33	33
	Поверхностные марки	24	24	24
Дамба № 1	Пьезометр	8	8	8
	Поверхностные марки	3	3	3
Водоприемный колодец, берег	Водомерная рейка	2	2	2
Нижний бьеф дамбы № 4 и вторичного отстойника	Гидронаблюдательные скважины	2	2	2

#### 6.4.2 Проектируемая КИА

С учетом технологии заполнения пруда-отстойника и класса ограждающей дамбы, на основании рекомендаций по проектированию и размещению КИА и действующей нормативно-технической документации, а также с учетом имеющейся КИА и службы мониторинга безопасности ГТС, проектом предусматривается устройство на ограждающей дамбе 26-ти контрольных створов КИА, оборудованных пьезометрами и поверхностными марками. Перечень устанавливаемой на ограждающей дамбе контрольно-измерительной аппаратуры по створам приведен в таблице 6.3.

Для контроля качества подземных вод с южной и юго-западной стороны от хвостохранилища (в местах расположения узлов учета № 1 и № 2) проектом предусматриваются 2 фоновые гидронаблюдательные скважины.

Схема установки КИА, с указанием мест установки и количества устанавливаемой аппаратуры, приведена в Приложении А тома 12.6 «Проект мониторинга безопасности ГТС», шифр 5102-19025-П-01-ДПЗ.

**Таблица 6.3 – Состав КИА ограждающей дамбы по контрольным створам**

Створ	Пьезометры		Марки		Примечание
	сущ.	проект	сущ.	проект	
Контрольный створ №1	–	–	–	3	ПК2+60

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>102</b>
-------------	---	------------

Створ	Пьезометры		Марки		Примечание
	сущ.	проект	сущ.	проект	
Контрольный створ №2	–	4	–	7	ПК5+20
Контрольный створ №3	–	5	–	8	ПК8+20
Контрольный створ №4	–	5	–	6	ПК11+10
Контрольный створ №5	3	3	1	4	ПК15+65
Контрольный створ №6	3	2	2	3	ПК18+75
Контрольный створ №7	2	2	1	3	ПК21+75
Контрольный створ №8	–	4	–	5	ПК26+50
Контрольный створ №9	–	4	–	5	ПК31+00
Контрольный створ №10	–	6	–	9	ПК36+00
Контрольный створ №11	–	7	–	10	ПК39+00
Контрольный створ №12	–	8	–	11	ПК42+00
Контрольный створ №13	–	–	6	8	ПК43+30
Контрольный створ №14 (I)	5	5	–	–	ПК44+90
Контрольный створ №15 (II)	6	5	–	–	ПК46+60
Контрольный створ №16	–	–	7	7	ПК47+10
Контрольный створ №17 (III)	6	5	–	–	ПК49+00
Контрольный створ №18	–	–	5	8	ПК50+00
Контрольный створ №19 (IV)	6	5	–	–	ПК51+00
Контрольный створ №20	–	–	6	7	ПК53+60
Контрольный створ №21 (V)	5	5	–	–	ПК55+40
Контрольный створ №22	–	–	4	7	ПК57+40
Контрольный створ №23 (VI)	5	5	–	–	ПК59+20
Контрольный створ №24	–	8	–	11	ПК63+00
Контрольный створ №25	–	5	–	8	ПК66+30
Контрольный створ №26	–	4	–	7	ПК70+30
Всего	41	97	32	137	

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>103</b>
-------------	---	------------

## **6.5 Эксплуатация и ведение мониторинга безопасности ГТС в сложных и чрезвычайных ситуациях**

В случае выявления повреждения конструкции или признаков неблагоприятных процессов на ГТС АО «Ковдорский ГОК» (возрастающие или не затухающие во времени деформации отдельных участков сооружения и его основания, ухудшения показателей прочности материалов, из которых возведено ГТС), организуются дополнительные обследования ГТС с привлечением специализированной организации с целью выявления последствий возникновения указанных неблагоприятных процессов и оценки безопасности ГТС, а при необходимости – внесения изменения в проект мониторинга безопасности ГТС и определения мер, предотвращающих дальнейшее развитие негативных процессов.

Если ГТС были подвергнуты опасным внешним воздействиям (непроектные нагрузки) проводятся дополнительные осмотры с целью выявления наличия повреждения или признаков неблагоприятных процессов на сооружении.

При угрозе возникновения аварийных ситуаций необходимо организовать усиленный контроль состояния возможных зон повышенной опасности, а также иметь постоянную информацию от соответствующих государственных органов об угрозе возникновения стихийных явлений.

Работники, привлекаемые к проведению мониторинга в ЧС, должны быть информированы о возникшей ситуации и ознакомлены с «Планом действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» и обеспечены необходимыми мерами и средствами безопасности.

Во всех случаях, когда возникает угроза разрушения ГТС, необходимо срочное оповещение работников АО «Ковдорский ГОК» по внутренней связи (городская телефонная связь, рации, мобильная телефонная связь), громкоговорящими устройствами в установленном порядке.

## **6.6 Порядок подготовки и обучения эксплуатационного персонала**

Собственник ГТС обязан организовывать эксплуатацию ГТС и обеспечивать соответствующую нормам и правилам квалификацию работников и специалистов данной службы.

Специалисты подразделений, занимающихся эксплуатацией и ведением мониторинга ГТС, должны иметь высшее или среднее техническое образование, опыт работы на накопителях и пройти соответствующее обучение на право эксплуатации и ведения работ на накопителях промышленных отходов и водохранилищах.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	104
------	---	-----

Собственник ГТС обязан регулярно организовывать производственное обучение с целью повышения имеющейся квалификации персонала, предупреждения производственного травматизма.

Обучение персонала проводится посредством курсового обучения; участия в семинарах, проводимых Ростехнадзором и учебными, экспертными центрами; индивидуального обучения, инструктажа, противопожарных тренировок, а также путем проведения учебных тренировок по проверке знаний персоналом плана ликвидации аварий на ГТС, стандартов предприятия по охране труда и промышленной безопасности.

Специалисты, занимающиеся эксплуатацией ГТС и ведением мониторинга, подлежат проверке знаний правил, норм и инструктажей в соответствии с требованиями органов Ростехнадзора.

Аттестации специалистов по вопросам безопасности предшествует их подготовка по учебным программам, разработанным с учетом типовых программ, утверждаемых Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору.

По окончании подготовки по вопросам безопасности выдается документ, подтверждающий прохождение курса подготовки и получение допуска к аттестации по результатам контроля знаний.

Аттестация по вопросам безопасности проводится не реже, чем 1 раз в 5 лет, если другие сроки не предусмотрены иными нормативными актами.

Рабочие, связанные с эксплуатацией и обслуживанием ГТС, не реже чем через каждые 6 месяцев должны проходить повторный инструктаж по безопасности труда и не реже 1 раза в год – проверку знания инструкций по соответствующим профессиям. Результаты проверки должны оформляться протоколом с записью в журнал инструктажа и личную карточку рабочего под подпись.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	105
------	---	-----

## 7 Критерии безопасности ГТС

### 7.1 Основные понятия безопасности ГТС

Критерии безопасности гидротехнического сооружения – предельные значения количественных и качественных показателей состояния гидротехнического сооружения и условий его эксплуатации, соответствующие допустимому уровню риска аварии гидротехнического сооружения и утвержденные в установленном порядке федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными на осуществление федерального государственного надзора в области безопасности гидротехнических сооружений.

Определяются следующие критерии безопасности ГТС:

**К1** – 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 соответствует условиям их нормальной эксплуатации.

**К2** – значения контролируемых показателей состояния ГТС, устанавливаемые при особом сочетании нагрузок, при превышении (уменьшении) которых эксплуатация ГТС в проектном режиме не допустима, состояние сооружения может перейти в предаварийное.

Определяются следующие уровни безопасности ГТС:

**Нормальный** – сооружение удовлетворяет всем проектным требованиям по назначению и конструктивной надежности, а также современным нормативным требованиям; эксплуатация осуществляется в соответствии с действующими законодательными актами, нормами и правилами. Дальнейшая эксплуатация сооружений и оборудования возможна без проведения каких-либо технических или организационных мероприятий по повышению безопасности при обеспечении мониторинга безопасности и своевременном выполнении плановых ремонтно-профилактических работ.

**Пониженный** – имеются те или иные отклонения от правил безопасной эксплуатации, не устраненные своевременно в ходе плановых мероприятий по обеспечению нормального уровня безопасности, которые, однако, не препятствуют возможности выполнения сооружением заданных эксплуатационных функций. Дальнейшая безопасная эксплуатация сооружения в проектном режиме возможна при обязательном выполнении в согласованные (установленные) органами государственного надзора

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	106
------	---	-----

сроки мероприятий по повышению уровня безопасности, конкретный перечень которых вытекает из анализа факторов, обуславливающих максимальные значения показателей опасности и уязвимости.

**Неудовлетворительный** – имеются отклонения от проектного состояния и нарушения правил безопасной эксплуатации, которые могут привести к возникновению аварийной ситуации. Дальнейшая эксплуатация сооружения в проектом режиме недопустима без проведения в установленные органами государственного надзора сроки тех или иных технических (вплоть до капитального ремонта, замены оборудования и др.) и организационных мероприятий по снижению риска аварий и восстановлению нормального уровня безопасности на основе анализа факторов, обуславливающих максимальные значения показателей опасности и уязвимости.

**Аварийный** – уровень безопасности ГТС оценивается как критический или опасный. В этом случае дальнейшая эксплуатация сооружения в проектом режиме по условиям риска аварии недопустима и должна осуществляться в соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ от 05.10.2020 г. № 1606.

Определяются следующие эксплуатационные состояния ГТС:

**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 1-го 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-го уровня, но значения контролируемых показателей состояния сооружений не превышают (не менее) соответствующих критериев безопасности 2-го 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,

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	107
------	---	-----

превышающих допускаяемые проектом значения с угрозой аварии, и (или) появляются признаки прогрессирующего развития деструктивных процессов, необратимо ведущих к аварии.

При таком состоянии ГТС его нельзя эксплуатировать в проектном режиме.

Критерии безопасности ГТС используются при принятии решений по обеспечению безопасности сооружений, а также для оценки состояния ГТС.

Эта оценка осуществляется путем сравнения измеренных (или вычисленных) на основе измерений) количественных и качественных диагностических показателей с их критериальными значениями К1 и К2.

## 7.2 Критерии безопасной эксплуатации хвостохранилища

Критерии безопасности количественных диагностических показателей состояния гидротехнических сооружений приведены в таблице 7.1. Обоснование критериальных значений количественных показателей состояния ГТС приведено в томе 12.4 «Критерии безопасности ГТС», шифр 5102-19025-П-01-ДП1.

**Таблица 7.1 – Критерии безопасности количественных диагностических показателей состояния сооружений**

Объект контроля	Диагностические показатели (критериальные значения)	
	К1	К2
Отметки гребня ограждающей дамбы, м БС		
1-ый ярус	293,95	293,50
2-ой ярус	297,95	297,50
3-ий ярус	301,95	301,50
4-ый ярус	305,95	305,50
5-ый ярус	309,95	309,50
6-ой ярус	313,95	313,50
7-ой ярус	317,95	317,50
Ширина гребня (берм) ограждающей дамбы, м	14,75	14,50
Заложение откосов ограждающей дамбы		
– верховой	$2,25 < m_1 < 2,5$	$m_1 \leq 2,25$
– низовой	$1,35 < m_2 < 1,5$	$m_2 \leq 1,35$
Коэффициент устойчивости откосов	1,315	$\leq 1,125$
Осадки ограждающей дамбы, мм	$S_{\text{прог}}(t) - \Delta S$	$S_{\text{прог}}(t) - 2\Delta S$

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>108</b>
-------------	---	------------



Объект контроля	Диагностические показатели (критериальные значения)	
	K1	K2
Интенсивность осадки, мм	$U_s(t_1) \approx U_s(t_2) = U_s(t_3) = \dots = U_s(t_n)$	$U_s(t_1) < U_s(t_2) < U_s(t_3) < \dots < U_s(t_n)$
Горизонтальные смещения гребня, мм	$\Delta S_{\text{нат}}^{\text{оцт}}(t_i) \approx \Delta S_{\text{нат}}^{\text{оцт}}(t_{i-1}) \pm \delta$	$\Delta S_{\text{нат}}^{\text{оцт}}(t_i) > \Delta S_{\text{нат}}^{\text{оцт}}(t_{i-1}) \pm \delta$
Положение поверхности кривой депрессии, м БС	$H_{\text{р изм}} \pm \Delta H_{\text{р}}$	$H_{\text{р изм}} \pm 2 \cdot \Delta H_{\text{р}}$
Фильтрационная прочность тела ограждающей дамбы	$I_{\text{доп}} = \frac{1}{\gamma_n} I_{\text{ср.м}}$	$0,9 I_{\text{ср.м}}$
Фильтрационные расходы, м <sup>3</sup> /с	$Q_{\text{р}} (Z_{\text{убв}}) + \Delta Q$	$1,1 \cdot K1 (Q_{\text{нат}})$
Мутность профильтровавшейся воды, мг/л	$M_{\text{ф}}^{\text{нат}} = M_{\text{отс}}$	$M_{\text{ф}}^{\text{нат}} = 2 \cdot M_{\text{отс}}$
Отметки наполнения пруда отстойника, м БС		
1-ый ярус	$292,00 < Z_{\text{пр}} < 292,50$	$\geq 292,50$
2-ой ярус	$296,00 < Z_{\text{пр}} < 296,50$	$\geq 296,50$
3-ий ярус	$300,00 < Z_{\text{пр}} < 300,50$	$\geq 300,50$
4-ый ярус	$304,00 < Z_{\text{пр}} < 304,50$	$\geq 304,50$
5-ый ярус	$308,00 < Z_{\text{пр}} < 308,50$	$\geq 308,50$
6-ой ярус	$312,00 < Z_{\text{пр}} < 312,50$	$\geq 312,50$
7-ой ярус	$316,00$	$316,00$
Длина надводного пляжа, м	$50,0 < L_{\text{пл.ф}} < 100,0$	$\leq 50,0$
Минимальная толщина стенок пульповодов (водоводов), мм	$5,00$	$4,00$
Размер майны, м	$0,75$	$0,45$
Характеристика исходной пульпы	отклонения от проектных параметров не более чем на 10-15 %	отклонения от проектных параметров более чем на 15-20 %
Санитарное состояние окружающей среды (концентрация ЗВ), мг/л	$C_{\text{i фон}}$	$C_{\text{i пдк}}$

При определении эксплуатационного состояния ГТС наряду с измеренными (вычисленными) количественными диагностическими показателями на основе визуальных наблюдений и экспертных оценок контролируются качественные диагностические показатели.

На стадии разработки проекта и начальной эксплуатации сооружения должен быть установлен перечень качественных диагностических показателей K1 и K2, кото-

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>109</b>
-------------	---	------------

рый устанавливается на основе обобщения опыта эксплуатации аналогичных сооружений и путем анализа прогноза изменения состояния сооружения под действием деструктивных процессов, природных и технологических нагрузок и воздействий.

На стадии эксплуатации перечень качественных диагностических показателей и их характеристики К1 и К2 подлежат уточнению и при необходимости дополнению на основании результатов обследования ГТС, обобщения натуральных наблюдений и анализа изменений технического состояния сооружений.

Характеристики К1 и К2 качественных диагностических показателей, контролируемых визуально, следует определять экспертным методом с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей сооружений путем прогнозирования вероятных деструктивных процессов, которые могут привести к аварии ГТС.

Контролируемые визуально показатели состояния и условий эксплуатации ГТС (качественные), соответствующие критериям безопасности К1 и К2, приведены в таблице 7.2.

**Таблица 7.2 – Критерии безопасности качественных диагностических показателей состояния сооружений**

Объект контроля	Диагностические показатели (критериальные значения)	
	К1	К2
Гребень ограждающей дамбы	Появление локальных просадок, промоин, локального оползания, продольных и криволинейных трещин, оползневых цирков	Развитие во времени промоин, просадок, локальных понижений в виде воронок, продольных и криволинейных трещин, оползней
	Появление процесса трещинообразования – появление на гребне поперечных трещин (из ВБ в НБ) с глубиной не ниже максимального уровня наполнения пруда отстойника	Развитие процесса трещинообразования и появление новых продольных трещин с глубиной ниже максимального уровня наполнения пруда, переход трещин на откосы
Верховой откос	Появление продольных трещин на верховом откосе без его оплываний и оползаний, незначительные деформации защитного слоя экрана	Развитие трещинообразования, способное привести к обрушению и оползанию откоса, заметные деформации профиля откоса, оползание защитного слоя экрана с его обнажением
	Появление просадок, термокарстовых воронок на пляже, оползневых цирков, появление локальных промоин-пазух в верхней части откоса	Появление и развитие во времени воронок и оползневых цирков с характерными трещинами отрыва, плоскостями скольжения, способные привести к обрушению, оползанию и переформированию откоса; наличие промоин-пазух в верхней части откоса, смещенных в сторону гребня

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>110</b>
-------------	---	------------

Объект контроля	Диагностические показатели (критериальные значения)	
	К1	К2
Низовой откос	<p>Появление влаголюбивой растительности, мокрых пятен; периодическое выклинивание фильтрационного потока на откос, мутность профильтровавшейся через дамбу и основание воды не превышает мутности воды в отстойнике.</p> <p>Визуально заметные деформации профиля низового откоса – возникновение признаков просадок, пучения, оползней, трещин, промоин</p>	<p>Выклинивание фильтрационного потока на откос с элементами суффозии, появление сосредоточенных ходов фильтрации (грифоны в нижнем бьефе и на низовом откосе).</p> <p>Появление наледей, гидролаколлитов с развитием во времени.</p> <p>Появление суффозии в очагах фильтрации, суффозионных воронок, при этом мутность профильтровавшейся через дамбу воды значительно превышает мутность воды в хвостохранилище.</p> <p>Развитие во времени просадок или пучения грунта на откосе, появление просадочных воронок, развитие оползней и промоин</p>
	<p>Появление продольных трещин без обрушения, визуально заметные деформации профиля откоса.</p> <p>Появление воронок и оползневых цирков, не способных привести к обрушению/оползанию откоса.</p> <p>Появление локальных промоин, нарушение сплошности покрытия.</p>	<p>Развитие во времени трещинообразования, продольных трещин с образованием уступа, способных привести к формированию тела обрушения, поперечных трещин.</p> <p>Появление и развитие во времени воронок и оползневых цирков с характерными трещинами отрыва, плоскостями скольжения, способных привести к обрушению, оползанию и переформированию откоса.</p> <p>Деформация профиля откоса со значительным его уполаживанием.</p>
Территория нижнего бьефа	Незначительное заболачивание, периодические выходы воды	Увеличение территории заболачивания. Появление и развитие постоянных очагов воды со взвешенными частицами грунта, увеличение расходов и мутности
Насосные станции, в т.ч. ДНС	Наличие неисправностей насосного, электрического и др. оборудования не приводящая к остановке действующих технологических процессов	Наличие неисправностей насосного, электрического и др. оборудования которые могут привести к остановке действующих технологических процессов или привели к непродолжительной остановке

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>111</b>
-------------	---	------------

Объект контроля	Диагностические показатели (критериальные значения)	
	К1	К2
Пульповоды, водоводы	Незначительные деформации трубопроводов, опорных устройств. Кратковременные нарушения в работе трубопроводной арматуры, герметичности стыков, швов, фланцевых соединений	Наличие осадки и деформаций трубопровода по трассе, повреждений опорных устройств. Нарушения герметичности стыков, швов, фланцевых соединений трубопроводов. Наличие течей, свищей и нарушений оболочки трубопроводов
Процесс складирования хвостов	Незначительные отступления от принятой проектом схемы заполнения, способов выпуска, технологии укладки и интенсивности намыва	Значительные отступления от проекта. Несанкционированная и неорганизованная укладка отходов, в т.ч. образование застойных зон и потоков вдоль ограждающей дамбы
Дренажная система	Начальное проявление кольматации, засорения или промерзания фильтров и рабочего сечения отвода воды, не приводящие к повышению поверхности депрессии в теле дамбы	Развитие засорения, кольматации, зарастания или промерзания фильтров и рабочего сечения отвода воды, приводящие к повышению поверхности депрессии в теле дамбы и выходу на откос фильтрационного потока
Водоотводной канал, дренажная канава	Незначительное засорение или зарастание живого сечения, не влияющее на пропускную способность	Наличие в живом сечении сооружения посторонних предметов, льда, осыпей снижающих пропускную способность, особенно в период пропуска паводков
Водозаборный колодец и коллектор	Незначительные повреждения элементов водозаборного колодца, не влияющие на общую прочность и устойчивость сооружения, в т.ч. на маневрирование шандорами. Скопление плавающего сора, льда, шуги перед сороудерживающими решетками без снижения пропускной способности	Развитие дефектов элементов водозаборного колодца приводящие к снижению прочностных характеристик материалов сооружения (коррозия металлоконструкций; трещины, каверны, сколы бетона и т.п.), смещения элементов в плане, наличие протечек и фильтраций в вертикальной части колодца. Скопление плавающего сора, льда, шуги, приводящих к снижению пропускной способности, в т.ч. в период пропуска паводка. Наличие выхода фильтрационных вод в районе низового откоса дамбы и нижнего бьефа по трассе коллекторов, просадки грунта по трассе коллекторов и поблизости от нее
Автодороги и подъезды	Появление дефектов не влияющих на доступность для обслуживания трассы пульповодов/водоводов и не препятствующих проезду транспорта	Наличие и развитие дефектов влияющих на доступность для обслуживания трассы пульповодов/водоводов и препятствующих проезду транспорта

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>112</b>
-------------	---	------------

## 8 Ссылочные документы и библиография

### 8.1 Ссылочные нормативные документы

Обозначение, наименование документа, на который дана ссылка	Номер раздела, подраздела, приложения документа, на который дана ссылка
8.1.1 Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»	
8.1.2 Постановление Правительства РФ от 5 октября 2020 г. № 1607 «Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений»	
8.1.3 Федеральный закон от 21.07.1997 г. № 117-ФЗ "О безопасности гидротехнических сооружений"	
8.1.4 СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*»	
8.1.5 СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*»	
8.1.6 СП 38.13330.2018 «СНиП 2.06.04-82* Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)»	
8.1.7 СП 39.13330.2012 «Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84»	
8.1.8 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003»	
8.1.9 СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*»	
8.1.10 СП 58.13330.2019 «Гидротехнические сооружения. Основные положения. СНиП 33-01-2003»	
8.1.11 СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология»	
8.1.12 ГОСТ Р 22.1.11-2002 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг состояния водоподпорных гидротехнических сооружений (плотин) и прогнозирование возможных последствий гидродинамических аварий на них. Общие требования»	
8.1.13 ГОСТ Р 57546-2017 Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности	
8.1.14 ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения»	
8.1.15 ГОСТ 10704-91 «Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент»	
8.1.16 ПБ 03-438-02 «Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов»	

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	113
------	---	-----

Обозначение, наименование документа, на который дана ссылка	Номер раздела, подраздела, приложения документа, на который дана ссылка
8.1.17 РД 03-443-02 «Инструкция о порядке определения критериев безопасности и оценки состояния гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов на поднадзорных Госгортехнадзору России производствах, объектах и в организациях»	
8.1.18 РД 03-259-98 «Инструкция о порядке ведения мониторинга безопасности гидротехнических сооружений предприятий, организаций, подконтрольных Госгортехнадзору России»	
8.1.19 СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»	
8.1.20 МИ 2406-97 «Расход жидкости в безнапорных каналах систем водоснабжения и канализации. Методика выполнения измерений при помощи стандартных водосливов и лотков»	

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	114
------	---	-----

**Приложение А**  
**Акт предпроектного обследования гидротехнических сооружений**  
**хвостового хозяйства АО «Ковдорский ГОК»**  
**(обязательное)**

**Акт**  
**предпроектного обследования гидротехнических сооружений хвостового**  
**хозяйства АО «Ковдорский ГОК»**

202470000434700

(регистрационный код гидротехнических сооруже-  
ний в Российском регистре)

г. Ковдор

(место составления акта)

25.10.2021 г.

**I. Общие сведения и краткая характеристика гидротехнического сооружения (комплекса гидротехнических сооружений)**

**1. Полное наименование:** гидротехнические сооружения 2 поля хвостохранилища акционерного общества «Ковдорский горно-обогатительный комбинат»; сокращенное: ГТС 2 поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК».

(полное и сокращенное наименование гидротехнического сооружения (комплекса гидротехнических сооружений) (далее – ГТС))

**2. Дата ввода ГТС в эксплуатацию**

ГТС 2 поля хвостохранилища введены в постоянную эксплуатацию на основании акта от 29.12.1980 г.

1 поле выведено из эксплуатации в 1979 г., в настоящее время отрабатывается как техногенное месторождение (лицензия на пользование недрами МУР 00902 ОЭ от 23.09.2015 г. со сроком действия до 01.01.2036 г.).

(реквизиты акта государственной комиссии приемки ГТС в эксплуатацию)

**3. Сведения о собственнике ГТС**

**3.1. Форма собственности: частная.**

(форма собственности: государственная, муниципальная, частная)

**3.2. Акционерное общество «Ковдорский горно-обогатительный комбинат» (полное наименование), АО «Ковдорский ГОК» (сокращенное наименование). Адрес:** 184140, Мурманская область, г. Ковдор, ул. Сухачева, д. 5, тел. 8 (815-35) 7-60-01, e-mail: fax\_kdr@eurochem.ru

(собственник ГТС: Российская Федерация, субъект Российской Федерации (наименование), муниципальное образование (наименование), организация (полное и сокращенное наименование, адрес, телефон, факс, адрес электронной почты), физическое лицо (Ф.И.О., паспортные данные))

**3.3. Исполнительный директор АО «Ковдорский ГОК» – О.Ю. Михайлов, главный инженер АО «Ковдорский ГОК» – А. А. Данилкин.**

(должность, фамилия, имя, отчество руководителя организации)

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>115</b>
-------------	---	------------



#### 4. Сведения об эксплуатирующей организации

**4.1.** Акционерное общество «Ковдорский горно-обогатительный комбинат» (АО «Ковдорский ГОК»). Адрес: 184140, Мурманская область, г. Ковдор, ул. Сухачева, д. 5, тел. (815-35) 7-60-01, факс (815-35) 7-27-63, e-mail: fax\_kdr@eurochem.ru

(полное и сокращенное наименование эксплуатирующей организации, адрес, телефон, факс)

**4.2.** Численность работников цеха хвостового хозяйства (ЦХХ) и их профессионально-квалификационный состав приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Численность и профессионально-квалификационный состав работников цеха хвостового хозяйства АО «Ковдорский ГОК»

	Подразделение ЦХХ, наименование штатной единицы	Квалификационный разряд (образование)	Кол.
Управление ЦХХ			
1	Начальник цеха	высшее	1
2	Главный инженер цеха	высшее	1
3	Специалист-механик ПТБ (производственно-техническое бюро)	высшее	1
4	Специалист-энергетик ПТБ (производственно-техническое бюро)	высшее	1
Технологический участок ЦХХ			
1	Начальник участка	высшее	1
2	Мастер дамбы	высшее	2
3	Мастер смены	среднее проф.	5
4	Машинист насосных установок	III-V	33
5	Машинист насосных установок (береговая)	III	5
6	Шламовщик-бассейнщик	IV-V	5
7	Слесарь дежурный по ремонту оборудования-водитель	III-IV	1
Группа по ремонту механического оборудования			
8	Мастер по ремонту оборудования	среднее проф.	2
9	Слесарь дежурный и по ремонту оборудования	IV-V	29
10	Электрогазосварщик	IV-V	15
11	Машинист крана	IV	2
Группа по ремонту энергетического оборудования			
12	Мастер по ремонту электрооборудования	высшее	1
13	Электрослесарь дежурный и по ремонту оборудования	IV-VI	15
Группа обеспечения техникой ЦХХ			
14	Машинист бульдозера	V	2
15	Машинист трубоукладчика	VII	2
		ВСЕГО	124

(численность и квалификация работников эксплуатирующей организации)

#### 5. Сведения о разработчике проекта ГТС

Полное наименование: Закрытое акционерное общество «Механобр инжиниринг» (современное наименование), сокращенное: ЗАО «Механобр инжиниринг». Адрес: 199106, Санкт-Петербург, ул. 22 линия, д. 3, корп. 7. тел.: (812) 324-8924; (812) 321-3770. E-mail: office@mekhanobr.com, web: www.mekhanobr.com. Банковские реквизиты: ИНН 7801004257, КПП 780101001, ОГРН 1027800522628 ЗАО «Механобр инжиниринг», р/с 40702810639000004063 в ОПЕРУ-5 ОАО «Банк ВТБ Северо-Запад»

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>116</b>
-------------	---	------------

Санкт-Петербург, к/с 30101810200000000791, БИК 044030791, ОКВЭД 74.20.12, ОКПО 11114391.

Проектная документация «Нарращивание I и IV дамбы 2-го поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК» разработана обществом с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский и проектно-экспертный центр «Промгидротехника», сокращенно: ООО НИПЭЦ «Промгидротехника». Адрес: 308027, Россия, г. Белгород, ул. Пирогова, 36. Телефон/факс: (4722) 205-662. E-mail: gidro@promgidro.ru. Банковские реквизиты: р/с № 40702810500000000505 в Белгородском филиале ПАО АКБ «Металлинвестбанк» г. Белгород, БИК 041403838, к/с № 301018100014030000838, ОГРН 102310658227, ИНН 3124001316, КПП 31201001.

(полное и сокращенное наименование проектной организации, для существующей в настоящее время организации – адрес, телефон, факс, банковские реквизиты)

## **6. Сведения о строительных организациях, выполнивших строительство ГТС и монтаж оборудования, генеральных подрядчиках**

Полное наименование: Акционерное общество «Ковдорстрой» (современное наименование), сокращенное: АО «Ковдорстрой». Адрес: 184144, Мурманская область, г. Ковдор, ул. Сухачева, 1, тел. +7 (815-35)7-44-67, ОГРН: 1025100575983, ИНН: 5104001819, КПП: 510401001, ОКПО: 27935825.

Нарращивание дамб карт по проекту «Нарращивание I и IV дамбы 2-го поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК» ведется собственником ГТС.

(полное и сокращенное наименование организации, а в случае, если организация существует в настоящее время - адрес, телефон, факс, адрес электронной почты, наименование правопреемника)

## **7. Сведения о финансовом обеспечении гражданской ответственности за вред, который может быть причинен в результате аварии ГТС**

**7.1.** Возмещение вреда будет осуществляться за счет средств собственника ГТС, а также за счет страховой суммы, определенной договором страхования, который заключается ежегодно.

(источник возмещения вреда, который может быть причинен в результате аварии ГТС)

**7.2.** Размер вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии ГТС 2 поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК» по сценарию наиболее тяжелой и одновременно наиболее вероятной аварии – 3,94 млрд. руб. в ценах 2021 г.

(значения вероятного вреда, который может быть причинен в результате аварии ГТС, определенного для сценария наиболее тяжелой аварии ГТС, а также для сценария наиболее вероятной аварии ГТС)

## **8. Местонахождения и основные параметры ГТС**

**8.1.** ГТС 2 поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК» расположены на территории г. Ковдор Ковдорского района Мурманской области, Баренцево-Беломорский бассейновый округ.

(наименование субъекта Российской Федерации, муниципального образования, бассейнового округа, на территории которого расположено ГТС)

**8.2.** ГТС 2 поля хвостохранилища расположены в долине р. Можель, которая перекрывается дамбами № 1 и № 4. Река Можель впадает в 1 поле хвостохранилища. Весь сток поверхностных вод, поступающих в 1 поле, перекачивается во 2 поле. Расстояние от истока реки до дамбы № 1 – 3700 м.

Река Нижняя Ковдора, протекающая ниже по рельефу ограждающей дамбы № 4 на расстоянии 1550,0 м от ее подошвы, влияния на режим эксплуатации и безопасность ГТС хвостохранилища не оказывает.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	117
------	---	-----

Площадь водосбора 2 поля хвостохранилища 12,3 км<sup>2</sup>.

(название водного объекта, на котором расположено ГТС, местоположение створа ГТС - расстояние от устья или истока водотока, водосборная площадь)

**8.3.** Земельные участки под хвостохранилище находятся в аренде АО «Ковдорский ГОК», о чем имеются правоустанавливающие документы:

1. Договор аренды находящегося в государственной собственности земельного участка № 1573 от 05.04.2011 г. на земельный участок из земель промышленности и иного специального назначения, находящийся по адресу (имеющий адресные ориентиры): Мурманская область, Ковдорский район, для использования в целях под склады полезных ископаемых, отходы добычи и обогащения полезных ископаемых.

Арендодатель: Комитет по управлению муниципальным имуществом Ковдорского района Мурманской области.

Арендатор: АО «Ковдорский ГОК»

Кадастровый номер земельного участка – 51:05:0010301:108, общая площадь – 25 456 298 м<sup>2</sup>. Срок аренды участка с 01.04.2011 г. до 01.04.2060 г.

2. Договор аренды находящегося в государственной собственности земельного участка № 1361 от 20.03.2008 г. на земельный участок из земель промышленности и иного специального назначения, находящийся по адресу (имеющий адресные ориентиры): Мурманская область, город Ковдор, ул. Сухачева, д. 5; участок находится примерно в 2,4 км по направлению на юго-запад от ориентира, для использования в целях под склады полезных ископаемых, отходы добычи и обогащения полезных ископаемых.

Арендодатель: Комитет по управлению муниципальным имуществом Ковдорского района Мурманской области.

Арендатор: АО «Ковдорский ГОК»

Кадастровый номер земельного участка – 51:05:0010301:0081, общая площадь – 27 369 406 м<sup>2</sup>. Срок аренды участка с 01.04.2008 г. до 01.04.2057 г.

(сведения о предоставлении в пользование земельного участка, необходимого для размещения ГТС: реквизиты документа, устанавливающего право собственности или иные права на земельный участок)

**8.4.** Поступление поверхностных вод с площади водосбора происходит, в основном, за счет поверхностного стока с южного борта 2 поля, формирующегося во временные водотоки, условно названные ручьями: Черный, Каменный, Песчаный и Безымянный).

Максимальный расход воды дождевого паводка 1 % обеспеченности – 6,37 м<sup>3</sup>/с, 0,1 % обеспеченности (основной расчетный случай) – 8,09 м<sup>3</sup>/с, 0,01 % обеспеченности (поверочный расчетный случай) – 9,55 м<sup>3</sup>/с.

С учетом перекачиваемых расходов р. Можель из 1 поля максимальный расход воды дождевого паводка 1 % обеспеченности составит 9,57 м<sup>3</sup>/с, 0,1 % обеспеченности (основной расчетный случай) – 12,15 м<sup>3</sup>/с, 0,01 % обеспеченности (поверочный расчетный случай) – 14,35 м<sup>3</sup>/с.

(расчетный максимальный расход воды (обеспеченность), включая основной, поверочный расчетные случаи)

**8.5.** В ограждающей дамбе водопропускных сооружений проектом не предусмотрено. В настоящее время поверхностный сток с южного борта хвостохранилища напрямую поступает во 2 поле. Через водоприемный колодец ВК-3 по коллектору вода поступает в камеру переключения, посредством которой регулируется подача воды на НОВ – 2 или во вторичный отстойник.

Из вторичного отстойника вода сбрасывается в водосбросной канал, а затем в реку Н. Ковдора.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	118
------	---	-----

Максимальная проектная пропускная способность водоприемного колодца – 7,2 м<sup>3</sup>/с, водосбросного канала – 9,0 м<sup>3</sup>/с.

(суммарный сбросной расход воды через все водопропускные сооружения гидроузла (с учетом аккумуляции части стока реки в водохранилище), включая основной, поверочный расчетные случаи)

**8.6.** Протяженность напорного фронта дамбы № 4 при отметке гребня 290,00 м – 2680 м. Длина дамбы № 1 – 1050 м. Расстояние от гребня дамбы № 1 до отстойного пруда достигает 2,2 км, поэтому она не рассматривается как напорная и как источник опасности для 2 поля хвостохранилища.

Протяженность напорного фронта плотины вторичного отстойника – 270,0 м.

Критерии значения уровня воды в прудке хвостохранилища: ФПУ – 288,00 м (2 критерий безопасности), НПУ – 286,00 м (при соблюдении длины пляжа 100м), фактическая – 285,50 м.

Максимальная проектная отметка заполнения 2 поля хвостами – 289,50 м, фактическая изменяется от 289,50 до 285,00 м в направлении от дамбы № 4 к южному борту и от 287,00 до 284,75 м – от карты № 2 к прудку-отстойнику.

(общая длина напорного фронта обследуемого ГТС, отметки нормального и форсированного подпорного уровней, для ГТС накопителей - максимальная отметка уровня воды, максимальная отметка заполнения, проектная и фактическая)

**8.7.** Хвостохранилище располагается в долине реки Можель, состоит из двух примыкающих друг к другу отсеков, разделенных дамбой № 1, условно названных 1 и 2 поле. Отходы обогащения руд (хвосты), сбрасываемые в виде пульпы в 1 поле хвостохранилища, сформировали массив отложений хвостов 1 поля. После заполнения 1 поля до проектной отметки (290,00 м), оно было законсервировано. С 1980 г. началось складирование хвостов во 2 поле хвостохранилища.

С 1999 г. и по настоящее время ведется открытая разработка механизированным способом техногенного месторождения 1 поля с применением системы осушения.

Вода от карьерного водоотлива 1 поля сбрасывается во 2 поле, участвуя в его водном балансе.

(наличие и общая характеристика существующих ГТС и/или прочих сооружений каскада водохранилищ на реке и ее притоках выше и ниже створа водоподпорных ГТС, формирующих водный режим бассейна реки, в том числе в случаях аварий ГТС)

**8.8.** На поверхности намывных хвостов со стороны дамбы № 1 устроена карта № 1 для отработки технологии наращивания дамб № 1, № 4 картовым методом и складирования хвостов в карту намыва под разработку проектной документации на увеличение объема 2 поля хвостохранилища. На данный момент карта № 1 заполнена до проектных отметок. С Восточной стороны к карте № 1 примыкает карта № 2. Дамбы карт № 1 и № 2 отсыпаны на расстоянии не менее 20 м от гребня дамб № 1 и № 4 с тем, чтобы исключить существенное воздействие от их нагрузки на дамбы № 1 и № 4.

В состав сооружений 2 поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК» входят:

- ограждающая дамба № 1 земляная намывная, отметка гребня – 290,00 м;
- ограждающая дамба № 4 земляная намывная, отметка гребня – 290,00 м;
- дамбы карты № 1 (Д1, Д2, Д3, Д4) земляные намывные, максимальные отметки гребня – от 312,00 до 318,00 м;
- дамбы карты № 2 земляные намывные, текущие отметки гребня – от 290,00 до 294,00 м;
- система гидротранспорта, напорно-самотечная, представлена следующими сооружениями:
  - пульпонасосными станциями № 1, № 1А;

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>119</b>
-------------	---	------------

- железобетонными лотками;
- магистральными пульповодами;
- распределительными пульповодами;
- система оборотного водоснабжения, напорная, представлена следующими сооружениями:
  - водоприемным колодцем ВК-3;
  - водоотводящим коллектором;
  - камерой переключения;
  - насосной станцией оборотной воды НОВ-2;
  - двумя водоводами;
- системы дренажа и водоотведения, состоящей из следующих сооружений:
  - дренажных канав на бермах дамб и вдоль низового откоса;
  - дренажной насосной станции;
  - двух водоводов от камеры переключения;
  - системы перепускных труб из дренажных канав в водоотводной канал в нижнем бьефе дамбы № 4;
  - водоотводной канал в нижнем бьефе дамбы Д4 (южной дамбы);
  - вторичного отстойника, состоящего из: плотины, разделительной дамбы; водопропускных труб; водосбросных железобетонных труб; аварийного водосброса и водосбросного канала.

(информация и общие характеристики ГТС, входящих в комплекс обследуемого ГТС)

## 9. Краткое описание ГТС

**9.1.** ГТС 2 поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК», с учетом дамб экспериментальной карты (карта № 1) и дамб карты № 2, в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 05.10.2020 г. № 1607 классифицируются, как гидротехнические сооружения I класса и относятся к гидротехническим сооружениям чрезвычайно высокой опасности.

В хвостохранилище складировались хвосты обогащения магнетит-апатитовой руды (МАР) и апатит-штаффелитовой руды (АШР) в соответствии с протоколами биотестирования № 441-09, 442-09, 443-09, 444-09 и 445-09 от 27.09.2018 г., письмом ФГБУ «ФЦАО» № 05/323 от 30.10.2018 г. и письмом Управления Росприроднадзора по Мурманской области № 04/3667 от 13.11.2018 г., класс опасности хвостов – V.

Данные по назначению, виду ГТС приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Назначение ГТС

Наименование ГТС	Назначение
Ограждающие дамбы №№ 1, 4	Создание емкости второго поля хвостохранилища
Дамбы карты № 1 (Д1, Д2, Д3, Д4)	Создание емкости карты № 1
Дамбы карты № 2	Создание емкости карты № 2
Система гидротранспорта	Подача пульпы во второе поле хвостохранилища и равномерное распределение хвостов по его площади
Система оборотного водоснабжения	Забор воды из отстойного пруда и подача ее на обогатительную фабрику
Системы дренажа и водоотведения	Сбор и отвод дренажной воды от дамбы хвостохранилища к дренажной насосной станции и во вторичный отстойник для доосветления перед сбросом в р. Можель

(назначение, класс и вид ГТС, фактический и нормативный срок эксплуатации ГТС, класс опасности, класса токсичности складироваемых отходов)

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>120</b>
-------------	---	------------



**9.2.** Грунты основания дамб № 1, 4 хвостохранилища представлены болотными, делювиальными, озерно-ледниковыми и ледниковыми отложениями и подстилающими их выветрившими и трещиноватыми скальными породами. Болотные отложения представлены плохо разложившимся торфом толщиной до 1,0 м. Делювиальные отложения представлены супесями со щебнем, дресвой, мелкими глыбами кристаллических пород до 25-40 %. В створе дамбы они залегают слоем мощностью 1,5-1,8 м. Озерно-ледниковые и ледниковые отложения слагают пойму в виде песков мелких, средних с гравием, галькой до 25 % и гравийно-галечниковых отложений с валунами кристаллических пород до 20 % с песчаным и супесчаным заполнением. Суммарная мощность их на участке дамб 1,5-5,3 м. Кристаллические породы залегают с глубины 1,8-6,5 м.

Грунты основания дамб экспериментальной карты (карта № 1) и карты № 2 представлены намывными отложениями.

Грунты основания плотины вторичного отстойника – песком мелким с валунами, мощность слоя – 3,8-9,6 м.

**Ограждающая дамба № 1.** Формирование и строительство дамб обвалования до отметки 290,00 м производилось по ярусам на всю длину дамбы. Дамбы обвалования каждого яруса формировались из намывных хвостов с последующей отсыпкой мореным грунтом толщиной 0,5-1,0 м. Уплотнение грунта производилось движущимися автосамосвалами. В процессе эксплуатации 1 и 2 поля хвостохранилища дамба была замыта до максимальной отметки с обеих сторон. В 1999 г. была начата механизированная разработка техногенного месторождения 1 поля. В результате разработки был сформирован низовой откос дамбы № 1.

Класс дамбы – II, отметка гребня – 290,00 м, максимальная высота – 36,0 м, длина по гребню – 1050,0 м, ширина по гребню – 10,0 м, среднее заложение низового откоса – 1:3,14. Крепление откосов выполнено каменной наброской.

**Ограждающая дамба № 4.** Формирование и строительство дамб обвалования до отметки 290,00 м производилось по ярусам на всю длину дамбы. Дамбы обвалования каждого яруса формировались из намывных хвостов с последующей отсыпкой мореным грунтом толщиной 0,5-1,0 м. Уплотнение грунта производилось движущимися автосамосвалами.

Класс дамбы – I, отметка гребня – 290,00 м, максимальная высота – 62,5 м, длина по гребню – 4310,0 м, ширина по гребню – 10,0 м, среднее заложение низового откоса – 1:4,0.

На ПК-50 в теле дамбы № 4 проложен водосбросной коллектор Ø 2,2 м, длиной 1648,0 м с отметкой входа в верхнем бьефе 253,00 м и отметкой выхода в нижнем бьефе 233,50 м. Для предотвращения фильтрации коллектор оборудован железобетонной диафрагмой 5,0×5,0×3,0 м и замком из глины с послойным уплотнением.

**Дамбы экспериментальной карты № 1 Д1-Д3** отсыпаны из породы вскрыши на намывные хвосты, выполняются по одной технологии и имеют в поперечных сечениях одинаковые конструктивные размеры.

Средняя высота яруса дамб обвалования – 3,0 м, заложение низового и верхового откосов – 1:1.

Текущие параметры дамб Д1-Д3:

- дамба Д 1 – отметка гребня 312,00 – 318,00 м, высота 22,0 – 28,0 м;
- дамба Д 2 – отметка гребня 318,00 м, высота 28,0 м;
- дамба Д 3 – отметка гребня 312,00 – 318,00 м, высота 22,0 – 28,0 м.

**Дамба Д4** (южного борта). Отсыпка дамбы из породы вскрыши карьера велась пионерным способом на пляж хвостов вдоль пионерной дамбы аналогично дамбам Д2 и Д3.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>121</b>
-------------	---	------------

Возведение дамбы производилось поярусно: отсыпалась дамба обвалования, затем намывались хвосты; после замыва карты на 3,0 м ниже отметки гребня дамбы обвалования на намывные хвосты отсыпалась следующая дамба обвалования.

Вскрышная порода крупностью 0,2-0,5 м отсыпалась в дамбу обвалования послойно с уплотнением до плотности 1,85 т/м<sup>3</sup>. Функции противотрационного элемента выполняют хвосты.

Откосы сформированы с заложением: верховой – 1:1,5, низовой – 1:2,0. Длина дамбы – 1361,0 м, отметка гребня 312,00 м, максимальная высота – 22,0 м, ширина гребня – 15,0 м.

**Дамбы карты № 2** отсыпаются из породы вскрыши на намывные хвосты, выполняются по одной технологии и имеют в поперечных сечениях одинаковые конструктивные размеры. Средняя высота яруса дамб обвалования – 3,0 м, заложение низового и верхового откосов – 1:1.

**Система гидротранспорта** обеспечивает подачу пульпы от обогатительной фабрики до хвостохранилища. Тип транспортировки – напорный, сброс пульпы ведется рассредоточенным способом от дамбы № 4 и торцевым в ЭК (карта №1) и карту № 2. В состав системы входят следующие сооружения:

- пульпонасосная станция (ПНС-1), которая состоит в старой части из 5-ти зумпфов № 1, 2 (рабочие), № 3, 4 (резерв), 5 (аварийный), насосных агрегатов №4 ГрАТ 1800/67, пяти насосных агрегатов №1, 2, 3, 5, 6 Warman 14/12, подающих питание на гидроциклоны участка ППФ и ПБК обогатительного комплекса, одного насосного агрегата 1ГРТ1250/71 №7А для аварийной откачки с 5-го зумпфа; в новой части – из зумпфов №№ 6, 7, 8, 9 и шести насосов 1ГРТ1250/71, служащих для транспортировки отвальных продуктов переработки МАР на стадии отделения ЖРК из зумпфа 7 и подачи осветленной воды из зумпфов 6, 8, 9 (внутренний водооборот) на магнитную сепарацию участка обогащения МАР;
- пульпонасосная станция ПНС-1А, расположенная в корпусе обогащения АБОФ, состоящая из зумпфов №№ 1 – 4 в старой части и зумпфов №№ 5 – 8 в новой части, а также двух аварийных зумпфов, восьми агрегатов, состоящих из 16 насосов Warman 20/18, работающих в спарке (насос в насос) в две ступени;
- два железобетонных лотка (старая и новая часть) (сечением 0,8 × 1,2 м, длиной 110 м) между корпусом обогащения МОФ и ПНС-1;
- два железобетонных лотка № 1 и № 2 (старая и новая часть) (сечением 3,1 м × 2,5 м, длиной 163 м) между корпусом АБОФ и ПНС-1А;
- девять пульповодов диаметром 530 мм, длиной от 300 до 435 м между корпусами ПНС-1 и АБОФ; транспортирующих хвосты рудных секций участка обогащения;
- пять магистральных пульповодов №№ 3, 4 от зумпфов 1 – 4 и №№ 1, 2, 5 от зумпфов 5 – 8 диаметром 1220 – 820 мм от АБОФ до карты № 2 2 поля хвостохранилища;
- распределительные пульповоды:
  - РП № 1 от магистрального пульповода № 1 длиной 1400 м диаметром 820×14 мм;
  - РП № 2 от магистрального пульповода № 2 длиной 1400 м диаметром 820×14 мм;
  - РП № 3 от магистрального пульповода № 3 по гребню Д2 (Северной дамбы) длиной 1350 м;

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>122</b>
-------------	---	------------



- РП № 4 от магистрального пульповода № 4 по гребню Д3 длиной 1400 м диаметром 820×14 мм;
- РП № 5 от магистрального пульповода № 5 по гребню Д2 (Северной дамбы) (ПК15-ПК17) длиной 450 м диаметром 820×14 мм.

Концевая часть распределительных пульповодов, уложенных по дамбе № 4, заведена вглубь хранилища на 125,0 м, за пределы упорной призмы. В качестве аварийной емкости служат зумпфы ПНС-1 и ПНС-1А, рассчитанные на прием всей пульпы АБОФ в течение 30 мин.

**Система оборотного водоснабжения** предназначена для забора осветленной воды из отстойного пруда хвостохранилища и подачи по водоводам оборотной воды на обоганительную фабрику в технологический процесс.

В состав системы входят:

- железобетонный водоприемный колодец (ВК-3) шандорного типа, состоящий из двух водоприемных камер, имеющих по два водоприемных окна, максимальная пропускная способность одной камеры – 12,95 тыс. м<sup>3</sup>/ч (3,6 м<sup>3</sup>/с), двух – 25,9 тыс. м<sup>3</sup>/ч (7,2 м<sup>3</sup>/с);
- стальной водоотводящий коллектор диаметром 2200 мм длиной около 1700 м, проложенный под дамбой в железобетонном кожухе, пропускная способность – 25,9 тыс. м<sup>3</sup>/ч;
- камера переключения на коллекторе для регулирования подачи воды в насосную станцию оборотной воды и вторичный отстойник;
- насосная станция оборотной воды (НОВ-2), расположенная в нижнем бьефе дамбы № 4, оборудованная 4 насосами 1Д 6300/80 и 2 насосами Делиум 850/700;
- два водовода из стальных труб диаметром 1420-1220 мм, подземной прокладки длиной 600 м каждый для подачи воды от НОВ-2 до ОФ.

Осветленная в прудке-отстойнике хвостохранилища вода через шандорную стенку переливом поступает в колодец ВК-3, затем по водосбросному коллектору через камеру переключения вода направляется либо на НОВ-2, либо во вторичный отстойник. Из НОВ-2 двумя рабочими насосами вода перекачивается по двум рабочим подземным водоводам диаметром 1200-1420 мм и направляется на промплощадку.

В состав **системы дренажа и водоотведения** входят следующие сооружения:

- дренажные канавы на бермах с отметками 238,00 м, 248,00 м, 252,00 м и вдоль низового откоса пионерной дамбы;
- дренажная насосная станция фильтрационных вод в непосредственной близости от НОВ-2, установленная в приялке для сбора дренажных вод с западной стороны дамбы и служащая для подачи воды в НОВ-2;
- канава для отвода поверхностного стока от низового откоса дамбы глубиной 2,1 м, шириной по верху 1,3 м, расчетной пропускной способностью 3,7 м<sup>3</sup>/с;
- водоводы из двух стальных труб диаметром 1420-1220 мм;
- система водоперепускных труб из дренажных канав в водоотводной канал. Глубина канала – 1,6 м, ширина по верху – 2,5 м, расчетная пропускная способность – 9,0 м<sup>3</sup>/с;
- Маркизова лужа выполняет функции аккумулирующей емкости, образована сообразно рельефу в естественной выемке, в которую поступают дренажные воды с дальних пикетов дамбы № 4 и поверхностный сток. Сток из Маркизовой лужи

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>123</b>
-------------	---	------------

зарегулирован к дренажной насосной станции, расположенной у НОВ-2, по северному водоотводному каналу шириной по дну – 2,0 м, длиной – 2300,0 м, пропускной способностью – 9 м<sup>3</sup>/с;

- водоотводной канал в нижнем бьефе дамбы Д4 (южной дамбы) предназначен для сбора и транспортировки в прудок-отстойник 2-го поля хвостохранилища профильтровавшейся через тело дамбы Д4 воды, паводкового стока с южного борта хвостохранилища и водоотлива 1 поля. Длина канала – 1036,7 м, ширина по дну – 2,0 м, заложение откосов – 1:1,5.
- вторичный отстойник вместимостью 900 тыс. м<sup>3</sup>.

В состав **вторичного отстойника** входят следующие сооружения:

- плотина высотой 10,0 м, длина по гребню – 338,0 м, отметка гребня – 228,00 м;
- разделительная дамба (отметка гребня – 227,00-227,50 м) внутри вторичного отстойника, предназначенная для увеличения времени нахождения воды в отстойнике с целью ее очистки;
- водопропускные трубы (3 шт. диаметром 1020 мм, в том числе 1 труба – аварийная) в разделительной дамбе;
- водосбросные железобетонные трубы диаметром 1200 мм для сброса воды из вторичного отстойника – 2 шт., проложенные в левом примыкании плотины на отметках 224,30 м и 223,60 м;
- аварийный водосброс трапецеидального сечения с лотком в правой части плотины для сброса воды из вторичного отстойника в р. Можель;
- водосбросной канал для отвода воды от водосбросных труб в р. Можель, глубина канала – 2,4 м, ширина по верху – 2,8 м.

Из вторичного отстойника вода поступает в водосбросной канал, а затем по отводному каналу направляется в русло р. Можель, впадающей в р. Н. Ковдора.

(тип грунтов основания ГТС, сведения о материалах и параметрах основных элементов ГТС, длина, ширина ГТС по гребню и подошве, максимальная строительная высота, тип дренажа и откосов ГТС, максимальная водопропускная способность ГТС, максимальный расчетный напор)

**9.3.** В верхнем бьефе, в восточной стороне 2 поля хвостохранилища находится прудок-отстойник, предназначенный для приема паводкового стока с площади водосбора южного борта, профильтровавшейся воды через дамбы Д3 и водоотлива 1 поля, аккумуляции и осветления оборотной воды. Объем воды в прудке (по данным годового отчета за 2020 г.) – 7,0 млн. м<sup>3</sup>, площадь прудка – 2,27 млн. м<sup>2</sup>, средняя глубина воды – 2,68 м, НПУ – 286,00 м, ФПУ – 288,00 м. УВ на момент обследования – 285,10 м. Сброс воды регулируется шандорами. Температурный режим не контролируется.

В нижнем бьефе расположен вторичный отстойник, предназначенный для сбора избытка воды, сбрасываемой из хвостохранилища, и дренажных вод, их доосветления перед сбросом в р. Н. Ковдора. Вместимость вторичного отстойника – 900 тыс. м<sup>3</sup>, площадь – 325 тыс. м<sup>2</sup> при отметке зеркала воды во второй секции 225,00 м, средняя глубина воды – 2,6 м, НПУ – 225,00 м. Сброс воды из хвостохранилища во вторичный отстойник (введен в эксплуатацию одновременно с хвостохранилищем в 1980 г.) и насосную станцию оборотного водоснабжения № 2 (НОВ-2) регулируется камерой переключения. Температурный режим не контролируется.

(сведения о водном объекте, расположенном в верхнем и нижнем бьефах ГТС: название, назначение, дата ввода в эксплуатацию, объем, площадь поверхности, длина, глубина, режим регулирования, температурный режим водного объекта, расстояние между створами плотин водных объектов по водотоку, сведения о ледоставе)

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	124
------	---	-----

**9.4.** Проектом «Наращивание I и IV дамбы 2-го поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК» (шифр 569П-2010, ООО НИПЭЦ «Промгидротехника», 2018 г.) внутри 2 поля хвостохранилища предусмотрено устройство трех карт. На уже выполненной и заполненной карте № 1 (экспериментальной) отрабатывалась технология наращивания и заполнения хвостохранилища выше отметки 290,00 м по картовой схеме.

Специалистами ООО НИПЭЦ «Промгидротехника» производится авторский надзор за реализацией проекта «Наращивание I и IV дамбы 2-го поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК».

(сведения об имевших место реконструкциях и капитальных ремонтах ГТС за последние 5 лет)

### **9.5. Природно-климатические условия**

Климат района расположения Ковдорского ГОКа умеренно холодный субарктический, переходный от морского к континентальному, характеризуется прохладным летом и холодной зимой. Город Ковдор находится в зоне избыточного увлажнения.

Многолетние метеорологические и климатические характеристики приведены в таблице 3 (по данным метеостанции «Ковдор»).

Таблица 3 – Климатическая характеристика района расположения ГТС

<b>Показатели климатических условий</b>	<b>Значения</b>
Строительно-климатическая зона	II А
Дорожно-климатическая зона	I
Среднегодовая температура воздуха	минус 0,5°С
Абсолютный минимум температуры воздуха	минус 43,8 °С
Абсолютный максимум температуры воздуха	31,9°С
Средняя годовая скорость ветра, м/с	2,1
Преобладающее направление ветра	3, ЮЗ
Сумма атмосферных осадков за год, мм	591
Количество осадков за ноябрь – март, мм	173
Количество осадков за апрель – октябрь, мм	418
Максимальное суточное количество осадков, мм	56,5
Число дней в году с устойчивым снежным покровом	210
Глубина промерзания серой лесной почвы, см	108
Глубина промерзания насыпных грунтов и галечника, см	244
Глубина промерзания песков и супесей, см	201
Испарение с водной поверхности, обеспеченностью 50 %	224

### **Топографические условия**

ГТС хвостохранилища второго поля расположены на Кольском полуострове в юго-западной части Мурманской области в пределах земельного отвода АО «Ковдорский ГОК», примерно в 3,5 км к юго-востоку от г. Ковдор. Абсолютные отметки поверхности составляют 225,00 – 308,44 м.

Южнее хвостохранилища отметки рельефа достигают 371,00 – 439,00 м – на возвышенностях и 276,00 – 233,00 м – в долине р. Можель, у южной границы хвостохранилища. Севернее абсолютные отметки вершин достигают 287,00 – 354,00 м.

### **Гидрогеологические условия**

Район работ расположен в долине р. Ковдора и ее правого притока - р. Можель. Гидрогеологические условия района хвостохранилища обусловлены приуроченностью его к водосборной площади р. Можель, наличием гидрографической сети, тесно связанной с подземными водами, и антропологическим воздействием, связанным с деятельностью АО «Ковдорский ГОК».

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>125</b>
-------------	---	------------

По условиям питания площадь хвостохранилища относится к области интенсивного питания за счет атмосферных осадков, выпадающих в пределах водосборной площади и поверхностных вод р. Можель и его притоков, техногенных вод, сбрасываемых во второе поле хвостохранилища.

Дополнительным фактором, усложняющим существующую гидрогеологическую обстановку, является разработка открытым карьером железорудного месторождения, расположенного северо-западнее района хвостохранилища. В настоящее время отметка отработки карьера находится на горизонте минус 125 м, что ниже уровня воды в оз. Ковдор почти на 335 м. Вблизи карьера произошло снижение статического уровня подземных вод на десятки метров (до 40-50 м).

#### **Инженерно-геологические условия**

На участке строительства выделено три стратиграфо-генетических комплекса отложений. Стратиграфический разрез представлен в следующем виде (сверху вниз):

Современные отложения QIV:

- техногенные – tIV
- биогенные – bIV
- озерные – IV

Верхнеплейстоценовые QIII:

- водно-ледниковые – fIII
- ледниковые (моренные) отложения – gIII
- элювиальные – eIII

Архейские скальные образования AR.

#### **Ограждающая дамба**

**БИОГЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (bIV)** представлены почвенно-растительным слоем (ИГЭ-1), залегают с поверхности и распространены в западной, северной и восточной частях участка.

**ТЕХНОГЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (tIV)** распространены повсеместно и представлены насыпными грунтами смешанного состава (ИГЭ-2) и намывными грунтами (ИГЭ-3а, 3б).

**ВОДНО-ЛЕДНИКОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (fIII)** (ИГЭ-4) распространены, в северо-восточной и западной частях участка работ и имеют сложное линзовидно-слоистое строение.

**НЕРАСЧЛЕНЕННЫЕ ЛЕДНИКОВЫЕ (МОРЕННЫЕ) ОТЛОЖЕНИЯ (gIII)** (ИГЭ-5) залегают на поверхности элювиальных (eIII) и скальных грунтов (AR) и относятся, по условиям образования, к основной морене.

**ЭЛЮВИАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (eIII)** являются результатом физического и химического выветривания скальных грунтов. Массив скальных грунтов распадается на отдельные глыбы, которые впоследствии постепенно измельчаются до щебня и дресвы, а далее и до песчано-глинистого материала. Элювиальные грунты характеризуются неортированностью, неоднородностью, неокатанностью и обилием крупнообломочной фракции. В толще элювиальных отложений выделяется 3 инженерно-геологических элемента: ИГЭ-6а – супесь песчанистая твёрдой консистенции с единичным включением глыб, щебня 5 %, дресвы 10 %; ИГЭ-6б – супесь пылеватая дресвяная твердой консистенции, с включением глыб размером менее 0,5 м в поперечнике 5 %, щебня 15 %, дресвы 15 %; ИГЭ-6в – дресвяно-щебенистый грунт с содержанием глыб размером менее 0,5 м в поперечнике 10-15 %, щебня 40-45 %, дресвы 10 %, заполнитель – пески разной крупности, супесь твердой и пластичной консистенции, суглинок от текучей до твёрдой консистенции.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>126</b>
-------------	---	------------

В основании разреза залегают **СКАЛЬНЫЕ ГРУНТЫ (AR)**, имеющие неровную наклонную кровлю: ИГЭ-7а – гранито-гнейс серый, мелкозернистый, средней прочности, неразмягчаемый, сильнотрещиноватый (RQD = 31%); ИГЭ-7б – гранито-гнейс серый, мелкозернистый, прочный, неразмягчаемый, слаботрещиноватый (RQD = 84%). В западной и юго-восточной частях территории наблюдаются выходы скального грунта на дневную поверхность.

**Прочие объекты хвостового хозяйства**

**ТЕХНОГЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (tIV)** представлены насыпными грунтами смешанного состава (ИГЭ-1а) и намывными грунтами (ИГЭ-1б).

**БИОГЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (bIV)** представлены почвенно-растительным слоем (ИГЭ-2) и торфяно-болотными отложениями (ИГЭ-3).

**ОЗЕРНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (lIV) (ИГЭ-4)** распространены на дне Маркизовой лужи.

**ВОДНО-ЛЕДНИКОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (fIII)** распространены практически на всех трассах, за исключением магистральных пульповодов и нагорной канавы и имеют сложное линзовидно-слоистое строение. В толще водно-ледниковых отложений выделяется 5 инженерно-геологических элементов: ИГЭ-5 – супесь, преимущественно пылеватая гравелистая, реже песчанистая галечниковая (по среднему гранулометрическому составу гравелистая) и суглинок легкий песчанистый, твердая, с включением валунов размером до 0,5 м в поперечнике 3-5 %, гальки 20 %, гравия 5-10 %; ИГЭ-6 – песок мелкий, серый с различными оттенками, малой и средней степени водонасыщения, средней плотности, с включением гравия и гальки 2-3 %; ИГЭ-7 – песок средней крупности, серый с различными оттенками, малой и средней степени водонасыщения, средней плотности, с включением гальки 3-4 %, гравия 5-10 %; ИГЭ-8 – песок гравелистый, серый с различными оттенками, малой степени водонасыщения, средней плотности, с включением валунов размером до 0,5 м в поперечнике 2-3 %, гальки 25 %, гравия 10-15 %; ИГЭ-9 – гравийно-галечниковый грунт с содержанием валунов размером до 0,5 м в поперечнике 10 %, гальки 45 %, гравия 10-15 %, заполнитель – песок разной крупности, супесь твердая.

**НЕРАСЧЛЕНЕННЫЕ ЛЕДНИКОВЫЕ (МОРЕННЫЕ) ОТЛОЖЕНИЯ (gIII) (ИГЭ-10)** залегают на элювиальных (eIII) и скальных грунтах (AR) и относятся, по условиям образования, к основной морене.

**ЭЛЮВИАЛЬНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ (eIII)** являются результатом физического и химического выветривания скальных грунтов. Массив скальных грунтов распадается на отдельные глыбы, которые впоследствии постепенно измельчаются до щебня и дресвы, а далее и до песчано-глинистого материала. В толще элювиальных отложений выделяется 5 инженерно-геологических элементов: ИГЭ-11 – супесь (супесь с дресвой), реже суглинок, твердой и пластичной, кон-систенции, серая с различными оттенками, с включением глыб размером до 0,5 м в поперечнике 1 %, щебня 5 %, дресвы 10 %; ИГЭ-12 – супесь дресвяная, реже суглинок дресвяный, твердой, реже пластичной, кон-систенции, серая с различными оттенками, с включением глыб размером до 0,5 м в поперечнике 3 %, щебня 15 %, дресвы 15-20 %; ИГЭ-13 – песок средней крупности, серый с различными оттенками, разной степени водонасыщения, средней плотности, с включением щебня 3-4 %, дресвы 10 %; ИГЭ-14 – песок гравелистый, серый с различными оттенками, разной степени водонасыщения, средней плотности, с включением глыб размером до 0,5 м в поперечнике 1-2 %, щебня 10-15 %, дресвы 20 %; ИГЭ-15 – дресвяно-щебенистый грунт с содержанием глыб размером до 0,5 м в поперечнике 20 %, щебня 30-35 %, дресвы 10-15 %, заполнитель – супесь твердая, песок разной крупности.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	127
------	---	-----



СКАЛЬНЫЕ ГРУНТЫ (AR) залегают в основании разреза, имеют неровную кровлю и представлены: ИГЭ-16а – гранито-гнейс серый, мелкозернистый, средней прочности, неразмягчаемый, сильнотрещиноватый (RQD = 32 %); ИГЭ-16б – гранито-гнейс серый, мелкозернистый, прочный, неразмягчаемый, слаботрещиноватый (RQD = 84 %).

Скальные грунты местами обводнены по трещинам.

#### Гидрологические условия

Территория расположения ГТС хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК» характеризуется достаточно густой и хорошо развитой речной сетью, принадлежащей бассейну Белого моря. Наиболее крупным озером района является оз. Ковдор, являющееся озеровидным расширением р. Ковдоры и делящее ее на два отрезка, известных под названиями Верхняя Ковдора – участок выше озера и Нижняя Ковдора – ниже озера.

Река Можель является самым крупным правобережным притоком р. Нижняя Ковдора, в долине которого от 1,6 км до 8-ого км от устья (расстояния по старому руслу) расположено хвостохранилище. Река Можель протекает по своему естественному руслу на протяжении 3,7 км от истока вниз до границ 1 поля хвостохранилища. Далее река выработал новое русло в техногенных отложениях хвостов до впадения в прудок 1 поля хвостохранилища.

Ручьи Песчаный, Черный, Каменный и Безымянный, впадающие во 2 поле хвостохранилища с его южного борта, относятся к малым временным водотокам с площадями водосборов от 2,4 до 5,4 км<sup>2</sup>. Ширина русла ручьев – от 1,0 до 3,0 м, русла ручьев извилистые, берега высокие пологие, дно сложено валунами, отмытыми гравием и галькой в равном соотношении. Расходы ручьев в период весеннего половодья и дождевого паводка приведены в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Максимальные расходы воды весеннего половодья

Водоток	Максимальные расходы обеспеченностью P %, м <sup>3</sup> /с					
	0,01	0,1	0,5	1	3	5
р. Можель	4,68	3,55	2,91	2,62	2,15	1,94
руч. Песчаный	3,79	2,88	2,35	2,13	1,74	1,57
руч. Безымянный	2,64	2,01	1,64	1,48	1,21	1,10
руч. Черный, руч. Каменный	2,47	1,88	1,53	1,39	1,13	1,03

Таблица 5 – Максимальные расходы дождевых паводков

Водоток	Максимальные расходы обеспеченностью P %, м <sup>3</sup> /с					
	0,01	0,1	0,5	1	3	5
р. Можель	4,80	4,06	3,68	3,20	2,78	2,46
руч. Песчаный	3,98	3,37	3,05	2,65	2,31	2,04
руч. Безымянный	2,68	2,27	2,06	1,79	1,55	1,38
руч. Черный, руч. Каменный	2,89	2,45	2,22	1,93	1,68	1,48

#### Сейсмические условия района расположения ГТС

В соответствии с СП 14.13330.2018 сейсмичность района расположения ГТС по карте «С» – 7 баллов. Уточненная исходная сейсмичность для карты ОСР-2015-А составляет I<sub>1</sub>=5,27 балла, для карты ОСР-2015-В – I<sub>2</sub>=5,68 балла, и для карты ОСР-2015-С – I<sub>3</sub>=6,65 балла по шкале MSK-64. Для периода T = 1000 лет средняя расчетная сейсмичность составила 5,35 балла, для T = 5000 лет – 6,36 балла.

(общая характеристика природных условий в зоне расположения ГТС: природно-климатические условия, гидрологические, топографические сведения, инженерно-геологические и геокриологические условия, сейсмичность)

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>128</b>
-------------	---	------------

**9.6.** За период эксплуатации ГТС, паводков, превышающих расчетное значение или близких к нему, не наблюдалось.

(сведения о прошедших паводках в створе ГТС за период их эксплуатации (год и расход паводка, превышающего или близкого к расчетному)

## **II. Анализ и оценка безопасности гидротехнического сооружения**

### **10. Основные сведения, характеризующие уровень безопасности ГТС:**

**10.1.** Обеспечение безопасной эксплуатации ГТС 2 поля хвостохранилища в соответствии с «Правилами эксплуатации гидротехнических сооружений 2 поля хвостохранилища обогатительного комплекса АО «Ковдорский ГОК» осуществляют специалисты цеха хвостового хозяйства (ЦХХ).

Разработана инструкция о порядке ведения мониторинга безопасности ГТС цеха хвостового хозяйства АО «Ковдорский ГОК».

Ответственность за безопасную эксплуатацию ГТС возложена на начальника цеха хвостового хозяйства (ЦХХ). Технический надзор за состоянием и эксплуатацией ГТС хвостохранилища осуществляет специалист технического отдела. Ответственный за ведение, получение и хранение техдокументации по ГТС – специалист технического отдела.

С целью обеспечения безаварийной работы сооружений контроль за укладкой хвостов и своевременным формированием дамб обвалования осуществляют дежурный шламовщик-бассейнщик, мастер по обслуживанию гидротехнических сооружений.

Шламовщик-бассейнщик, мастер дамбы, начальник технологического участка, мастер технологического участка ведут визуальные наблюдения (за состоянием всех сооружений и устройств; фильтрационным режимом; состоянием намыва; заполнением емкости хранилища; обеспечением качества осветленной воды; работой системы гидравлического транспорта хвостов; соблюдением показателей качества эксплуатации).

Геодезический инструментальный контроль устойчивости и деформации сооружений, проведение периодических геодезических съемок хвостохранилища, контроль выполнения запланированных направлений и объемов укладки хвостов осуществляет Отдел главного маркшейдера АО «Ковдорский ГОК».

Химический анализ и отбор проб исходной пульпы, оборотной, фильтрационной, сбросных, грунтовых и поверхностных вод выполняет специализированная организация, имеющая лицензию на данные виды работ.

Контроль качества и количества сбрасываемых вод, контроль качества осветленной воды осуществляет Отдел охраны окружающей среды АО «Ковдорский ГОК».

Определение физико-механических характеристик, намывных в дамбы и упорные призмы хвостов; инженерно-геологические обследования выполняет специализированная организация, имеющая лицензию на данные виды работ.

Контроль уровня грунтовых и поверхностных вод, замеры дебита дренажных и поверхностных вод осуществляет Геологическое управление АО «Ковдорский ГОК».

Контроль и учет образования отходов осуществляет Отдел охраны окружающей среды АО «Ковдорский ГОК».

Контроль состояния насосных станций и размещенного в них оборудования осуществляет технический персонал цеха хвостового хозяйства.

Сертифицированных методик измерений не требуется.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	129
------	---	-----



Контроль технического состояния ГТС 2 поля хвостохранилища организован в соответствии с требованиями норм и правил технического регулирования в области безопасности ГТС с учетом их класса и опасности риска аварии.

Состояние КИА 2 поля хвостохранилища приведено в таблице 6.

Таблица 6 – Состояние КИА 2 поля хвостохранилища

Наименование сооружений и место установки КИА	Наименование аппаратуры	Количество КИА		
		по проекту	установлено	действующей
Дамба № 4	Пьезометр	33	33	33
	Поверхностные марки	24	24	24
Дамба № 1	Пьезометр	8	8	7
	Поверхностные марки	3	3	3
Прудок-отстойник 2 поля	Водомерная рейка	1	1	1
Прудок вторичного отстойника	Водомерная рейка	1	1	1
Нижний бьеф дамбы № 4 и вторичного отстойника	Гидронаблюдательные скважины	2	2	2
Выпуск №6	Расходомер	2	2	2

(организация эксплуатации ГТС, включая наличие локальных правил технической эксплуатации ГТС, выполнение регулярных инструментальных и визуальных наблюдений за техническим состоянием ГТС, наличие и краткое описание средств измерений и контроля (далее - КИА), других элементов системы мониторинга ГТС, порядок метрологического обслуживания КИА, наличие схем размещения КИА, сертифицированных методик измерения и исполнительной документации по установке КИА, информация о соответствии системы организации контроля за техническим состоянием ГТС требованиям законодательства, нормам и правилам технического регулирования в области безопасности ГТС)

**10.2.** Основные критерии безопасности ГТС 2 поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК» определены в «Проекте эксплуатации карты 2 II поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК» и в «Декларации безопасности гидротехнических сооружений 2 поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК».

Критериальные значения установлены по диагностическим показателям надежности и безопасности ГТС для следующих объектов мониторинга:

*Сооружения:*

- чаша (емкость) хвостохранилища;
- пруд-отстойник хвостохранилища;
- дамбы № 1, 4, дамбы карты № 1, № 2.

*Системы:*

- гидротранспорта;
- оборотного водоснабжения;
- дренажа и водоотведения.

*Контрольно-измерительная аппаратура*

*Технологические процессы:*

- складирование хвостов;
- осветление воды.

*Окружающая среда:*

- подземные и поверхностные воды.

*Служба эксплуатации*

*Служба мониторинга ГТС*

*Документация по ГТС*

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>130</b>
-------------	---	------------

### *Подъездные дороги*

(диагностические показатели надежности и безопасности ГТС, наличие критериев безопасности ГТС)

**10.3.** За период эксплуатации ГТС 2 поля хвостохранилища аварийных ситуаций не возникало.

В августе 2016 г. при намыве хвостов в карту № 1 на низовом откосе дамбы № 4 (отм. 290,00 м и отм. 282,00 м, ПК- 2+30) произошли фильтрационные выходы воды с неустановленным расходом, химсоставом и мутностью. Местоположение пульповыпусков, находящихся в створе фильтрационных выходов, было перенесено и продлено вглубь хвостохранилища.

В процессе намыва хвостов в карту № 1 возникали сосредоточенные выходы фильтрации через дамбы обвалования по причине отсыпки в дамбы скальной вскрыши, крупность которой не соответствовала заданной в проектной документации. Недостатки ликвидировались досыпкой в дамбу соответствующего грунта, уплотнением отсыпанного массива тяжёлым автомобильным транспортом и последующей кольматацией грунта тела дамбы намываемыми хвостами. На безопасность дамбы (её устойчивость) это не повлияло. Фильтрующая вода поступала через разделительную дамбу РД1 (Д1 карты № 1) в прудок-отстойник хвостохранилища, через Северную дамбу (Д2) – в дренажные каналы

(краткая характеристика всех аварийных ситуаций и аварий, произошедших на ГТС объекта за период их эксплуатации, включая отказы гидромеханического и технологического оборудования, которые могут привести к аварии ГТС)

**10.4.** Существенных изменений природных условий, влияющих на безопасность ГТС, по сравнению с принятыми в проекте не произошло. Условия эксплуатации также не изменились.

(сведения об изменениях условий эксплуатации ГТС и природных условий по сравнению с принятыми в проекте)

**10.5.** Состав персонала эксплуатирующей ГТС организации соответствует штатному расписанию, утверждённому исполнительным директором АО «Ковдорский ГОК».

Рабочие, связанные с эксплуатацией и обслуживанием ГТС, два раза в год проходят повторный инструктаж по безопасности труда и не реже одного раза в год – проверку знания инструкций по соответствующим профессиям. Результаты проверки оформляются протоколом с записью в журнал инструктажа и личную карточку рабочего под роспись.

Двенадцать специалистов АО «Ковдорский ГОК» аттестованы Ростехнадзором по безопасности ГТС.

(сведения о подготовке и аттестации работников соответствующего подразделения эксплуатирующей организации)

**10.6.** Имеются следующие дефекты ГТС, а также нарушения правил и норм эксплуатации ГТС:

1. По данным годового отчета за 2020 г. глубина воды около ВК-3 1,25 м при средней глубине 3,57 м, что свидетельствует о формировании движения потока пульпы и более интенсивном отложении хвостов в направлении колодца. Это подтверждается повышенным содержанием взвесей в оборотной воде.

2. Периодически возникают сосредоточенные фильтрационные выходы воды через дамбы карт № 1 и № 2, т.к. грунты, отсыпаемые в дамбы обвалования, имеют крупность более установленной в проектной документации из-за недостаточного контроля при организации строительства.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>131</b>
-------------	---	------------

3. Отсыпка дамбы обвалования 1-го яруса карты № 2 Северной дамбы начата и выполняется по оси, не соответствующей проектной документации. Дренажная канава не выполнена. Данные отступления от проекта влияют на безопасность дамб.

(сведения о выявленных в процессе эксплуатации и предпроектного обследования дефектах сооружений, оснований и гидромеханического оборудования, а также нарушениях правил и норм эксплуатации ГТС)

### **III. Сведения об обеспечении готовности эксплуатирующей организации к локализации и ликвидации повреждений и аварийных ситуаций на гидротехническом сооружении**

#### **11. Сведения о принимаемых на ГТС мерах по обеспечению эксплуатационной надежности, а также по предотвращению и ликвидации аварийных ситуаций**

**11.1.** Система организации контроля технического состояния ГТС в основном соответствует требованиям законодательства РФ и нормативных документов технического регулирования в области безопасности ГТС.

(сведения о соответствии организации контроля технического состояния ГТС требованиям законодательства Российской Федерации о безопасности ГТС и нормативных документов технического регулирования)

**11.2.** Противоаварийная подготовка эксплуатационного персонала, задействованного в локализации и ликвидации аварийных ситуаций на ГТС, проводится по графику, утвержденному директором по производству АО «Ковдорский ГОК», председателем КЧС и ПБ по всем позициям из «Плана ликвидации аварий на хвостохранилище № 2, пульпо-насосных №№ 1, 1А цеха хвостового хозяйства АО «Ковдорский ГОК»» со всеми участвующими в ликвидации предполагаемой аварии.

Имеется план противоаварийных тренировок персонала участка хвостового участка на 2021 год. Противоаварийные тренировки ГТС проводятся 4 раза в год.

Командно-штабные учения, штабные тренировки, тактико-специальные учения проводятся в соответствии с требованиями постановления Правительства РФ от 04.09.2003 г. № 547 «О подготовке населения в области защиты от ЧС природного и техногенного характера».

Действия участников противоаварийных тренировок оцениваются как «удовлетворительные». В ходе проведенных тренировок учебные цели достигнуты.

(сведения о проводимых тренировках работников эксплуатирующей организации по действиям в экстремальных и предаварийных ситуациях и оценка результатов тренировок)

**11.3.** Резервных средств для аварийного открытия (закрытия) водосбросных устройств не предусмотрено.

(сведения о наличии и состоянии на объекте резервных средств для аварийного открытия (закрытия) водопропускных устройств ГТС)

**11.4.** Автономные установки, обеспечивающие работу оборудования ГТС при прекращении подачи электроэнергии, на объекте не предусмотрены.

(сведения о наличии резервных, в том числе автономных установок, обеспечивающих работу гидромеханического оборудования ГТС при прекращении подачи электроэнергии)

#### **12. Показатели готовности работников эксплуатирующей организации к ликвидации аварийных ситуаций на ГТС**

**12.1.** На АО «Ковдорский ГОК» разработан, утвержден и согласован в установленном порядке «План ликвидации аварий на хвостохранилище № 2, пульпо-насосных №№ 1, 1А цеха хвостового хозяйства АО «Ковдорский ГОК», также разработан и утвержден

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	132
------	---	-----

«План действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в АО «Ковдорский ГОК».

(сведения о наличии плана действий работников эксплуатирующей организации в случае аварийной ситуации)

**12.2.** Для оперативной локализации и ликвидации аварийных и чрезвычайных ситуаций на ГТС хвостохранилища создан резерв строительных материалов, инструментов и приспособлений. Перечень резерва строительных материалов, строительных машин, оборудования для оперативной локализации и ликвидации аварий приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Резерв строительных материалов, техника и оборудование для оперативной локализации повреждений и аварийных ситуаций на ГТС

Наименование	Ед. изм.	Кол.	Место нахождения
Бульдозер Т-9.01	шт.	1	АТЦ
Бульдозер САТ D9R	шт.	1	рудник
Экскаватор KOMATSU PC300LC7	шт.	1	АТЦ
Автосамосвалы (САТ-785С 136 т, Белаз-7547 40 т)	шт.	3	ЦТТ
КАМАЗ (вахтовка)	шт.	2	АТЦ
Лопаты	шт.	20	НОВ-2
Лом	шт.	10	
Топор	шт.	4	
Шпагат	кг	10	
Фильтроткань	м	50	
Воровина (вер. хоз)	кг	50	
Гвозди	кг	20	
Доски	м <sup>3</sup>	4	
Мешки	шт.	150	

Запасы материалов (грунтов), необходимых для проведения аварийно-восстановительных работ, в достаточном объеме имеются в карьере рудника «Железный» и на складе ПГС.

Резерва строительных материалов, строительных машин и оборудования достаточно для оперативной локализации и ликвидации аварийных ситуаций.

(сведения о наличии на объекте проектной документации по производству аварийно-ремонтных работ при возникновении аварийных ситуаций, а также имеющихся в распоряжении эксплуатирующей организации необходимых резервов строительных материалов, строительных машин и оборудования для оперативной локализации и ликвидации аварийных ситуаций на ГТС)

**12.3.** На ограждающую дамбу имеется три въезда. Состояние дорог, ведущих на ГТС хвостохранилища, и по гребню ограждающей дамбы исправное, поддерживается для проезда в любое время суток круглый год. Проезд возможен по гребню ограждающей дамбы, по берме с отм. 290,00 м и вдоль низового откоса. Ширина проезжей части по бермам рассчитана на проезд одного автомобиля. На гребне дамбы могут разъехаться два автомобиля. По гребню дамбы осуществляется движение строительной техники, задействованной на работах по устройству дамб вторичного обвалования и перекладке пульповодов.

Аварийные выходы из НОВ-2 для эксплуатационного персонала находятся в исправном состоянии. Эвакуация людей с дамбы и НОВ-2 будет осуществляться по действующим подъездным дорогам.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>133</b>
-------------	---	------------

**Мостов нет.**

(сведения о состоянии дорог, мостов, аварийных проходов на территорию ГТС, их достаточности и готовности для обеспечения выполнения аварийно-ремонтных работ и проведения экстренной эвакуации персонала с территории ГТС)

**12.4.** Оповещение персонала ГТС о возникновении чрезвычайной ситуации осуществляется согласно ПЛА посредством телефонной и радиосвязи. Разработана инструкция по действиям сменного диспетчера при аварии на дамбе № 4 по оповещению населения дачных участков, попадающих в зону возможного затопления.

Установлена локальная система оповещения. ЛСО АО «Ковдорский ГОК» сопряжена с региональной автоматизированной системой централизованного оповещения (РАСЦО) Мурманской области.

(сведения о наличии и поддержании в готовности локальной системы оповещения персонала ГТС и населения о возникновении чрезвычайных ситуаций)

**IV. Выводы и мероприятия**
**13. Выводы по результатам предпроектного обследования**

**13.1.** АО «Ковдорский ГОК» готово к локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций в случае аварий на ГТС 2 поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК», защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Состав персонала эксплуатирующего ГТС, соответствует штатному расписанию. Квалификация эксплуатационного персонала соответствует требованиям безопасности ГТС.

(вывод о готовности организации к локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций в случае аварий ГТС, защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций)

**13.2.** ГТС в полном объеме оснащено КИА, предусмотренной техническим проектом «Расширение и реконструкция с комплексным использованием руд /IV очередь/, магнито-обогащительная и апатито-бадделеитовая фабрики» (шифр 21170. Институт Механобр, Ленинград, 1973 г.). На данном этапе эксплуатации ГТС хвостохранилища установленной КИА достаточно для полноценной оценки состояния и контроля безопасности. Организация контроля соответствует требованиям законодательства Российской Федерации о безопасности ГТС. Программные средства мониторинга и другие технические средства не требуются.

(оценка достаточности оснащения ГТС контрольно-измерительной аппаратурой, другими техническими и программными средствами мониторинга, а также соответствия организации контроля безопасности ГТС требованиям законодательства Российской Федерации о безопасности ГТС)

**13.3.** Уровень безопасности ГТС 2 поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК» в соответствии с действующей декларацией безопасности гидротехнических сооружений № 21-21(05)0036-00-ГОР от 15.04.2021 г. **пониженный.**

(уровень безопасности ГТС, определенный в соответствии с требованиями, приведенными в таблице 5 Приложения 1 к Инструкции о ведении Российского регистра ГТС, утвержденной приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 29 января 2013 г. № 34)

**14. Перечень необходимых мероприятий по обеспечению безопасности ГТС**

Для безопасной эксплуатации хвостохранилища рекомендуется при разработке проектной документации предусмотреть:

1. Требования к технологии отсыпки грунтов в дамбы обвалования, включая организацию геотехнического контроля за отсыпкой грунта в дамбы обвалования.
2. Пересмотреть технологию намыва с учетом использованием распределительных выпусков.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>134</b>
-------------	---	------------



**Председатель Комиссии:**  
(подпись)

А. А. Данилкин – Главный инженер  
АО «Ковдорский ГОК».  
(Ф.И.О., должность, организация)

**Члены Комиссии:**  
(подпись)

И. К. Соловьёв – Начальник ЦХХ  
АО «Ковдорский ГОК».  
(Ф.И.О., должность, организация)

  
(подпись)

В. А. Быстров – Главный инженер  
ЦХХ АО «Ковдорский ГОК»  
(Ф.И.О., должность, организация)

  
(подпись)

А. Н. Бочаров – специалист техниче-  
ского отдела АО «Ковдорский ГОК»  
(Ф.И.О., должность, организация)

  
(подпись)

М.С. Высоцкий – Руководитель про-  
ектов по гидротехническим соору-  
жениям ООО «ЕвроХим-Проект»  
(Ф.И.О., должность, организация)

  
(подпись)

В. В. Антропкин – Главный специа-  
лист СПГС ДГТС ООО «ЕвроХим-  
Проект»  
(Ф.И.О., должность, организация)

  
(подпись)

Е. А. Семушина – Главный инженер  
проекта ООО «ЕвроХим-Проект»  
(Ф.И.О., должность, организация)

## Приложение Б

### Гидравлический расчет водосбросов для организации перелива между первой и второй секциями вторичного отстойника (справочное)

#### Б.1 Расчет водосброса №1

##### Исходные данные:

Расчетный расход,  $Q - 0,7 \text{ м}^3/\text{с}, 1,0 \text{ м}^3/\text{с}$ ;

Уровень воды во второй секции вторичного отстойника – 225,00 м;

Отметка дна водобойного колодца – 224,40 м;

Длина водобойного колодца,  $L_{\text{вк}} - 8,0 \text{ м}$ ;

Уклон дна канала –  $i=0$ ;

Длина канала,  $L - 14,5 \text{ м}$ ;

Отметка дна канала – 225,40 м;

Ширина водосброса,  $b - 2,0 \text{ м}$ .

Водосброс №1 состоит из канала (лотка) с горизонтальным дном и водобойного колодца. Параметры водосброса подобраны таким образом, чтобы гидравлический прыжок в водобойном колодце не затапливался для максимальной аэрации потока. При этом при меньшем расчетном расходе прыжок должен располагаться непосредственно у места падения струи, при большем – должен быть отогнанный прыжок, но в пределах водобойного колодца. Проверим правильность подобранных параметров водосброса, а также определим уровни воды в первой секции вторичного отстойника при расчетных расходах.

##### Расчет

Канал водосброса №1 по схеме работы относится к короткому каналу с истечением в атмосферу при сопряжении бьефов (§14-1, стр. 497 [1]). При этом, т.к. канал имеет горизонтальное дно, уклон дна канала меньше критического, следовательно, по формуле 14-8, стр. 500 [1] глубина воды в конце канала  $h_2$ :

$$h_2 = h_k, \quad (\text{Б.1})$$

где:  $h_k$  – критическая глубина, определяемая по формуле 7-49, стр. 280 [1]:

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{\alpha \cdot q^2}{g}}, \quad (\text{Б.2})$$

где:  $q$  – удельный расход, определяемый по формуле:

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	136
------	---	-----



$$q = \frac{Q}{b}. \quad (\text{Б.3})$$

$$q_{0,7} = \frac{0,7}{2} = 0,35 \text{ м}^2/\text{с}; \quad q_{1,0} = \frac{1,0}{2} = 0,5 \text{ м}^2/\text{с}$$

Таким образом, глубина воды в конце канала  $h_2$ :

$$h_{2,0,7} = h_{к,0,7} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 0,35^2}{9,81}} = 0,24 \text{ м}; \quad h_{2,1,0} = h_{к,1,0} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 0,5^2}{9,81}} = 0,30 \text{ м}$$

Расстояние отлета струи определяется по рекомендациям §13-2, стр. 489 [1]:

$$l_0 = V_2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot y_2}{g}}, \quad (\text{Б.4})$$

где:  $V_2$  – скорость течения воды в конце канала, определяемая по формуле:

$$V_2 = \frac{Q}{b \cdot h_2}; \quad (\text{Б.5})$$

$$V_{2,0,7} = \frac{0,7}{2 \cdot 0,24} = 1,46 \text{ м/с}; \quad V_{2,1,0} = \frac{1,0}{2 \cdot 0,3} = 1,65 \text{ м/с}$$

$y_2$  – положение центра струи в конце канала относительно дна водобойного колодца, определяемое по формуле:

$$y_2 = \nabla \text{Дно}_{\text{канала}} - \nabla \text{Дно}_{\text{ВК}} + \frac{h_2}{2}; \quad (\text{Б.6})$$

$$y_{2,0,7} = 225,4 - 224,4 + \frac{0,24}{2} = 1,12 \text{ м}; \quad y_{2,1,0} = 225,4 - 224,4 + \frac{0,3}{2} = 1,15 \text{ м}$$

$$l_{0,0,7} = 1,46 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,12}{9,81}} = 0,7 \text{ м}; \quad l_{0,1,0} = 1,65 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,15}{9,81}} = 0,8 \text{ м}$$

Глубина воды в сжатом сечении  $h_c$  определяется путем решения системы уравнений, состоящей из формул 12-4 и 12-5 на стр. 454 [1]:

$$\begin{cases} V_c = \varphi_c \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (E_2 - h_c)} \\ V_c = \frac{Q}{\omega_c} = \frac{Q}{b \cdot h_c} \end{cases}, \quad (\text{Б.7})$$

где:  $\varphi_c$  – коэффициент скорости, принимаемый в соответствии с рекомендациями §12-2, стр. 457 [1],  $\varphi_c=0,95$ ;

$E_2$  – полная удельная энергия воды в конце канала относительно дна водобойного колодца, определяемая по формуле:

$$E_2 = \nabla \text{Дно}_{\text{канала}} - \nabla \text{Дно}_{\text{ВК}} + h_2 + \frac{\alpha \cdot V_2^2}{2 \cdot g}. \quad (\text{Б.8})$$

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>137</b>
-------------	---	------------

$$E_{2,0,7} = 225,4 - 224,4 + 0,24 + \frac{1,1 \cdot 1,46^2}{2 \cdot 9,81} = 1,36 \text{ м};$$

$$E_{2,1,0} = 225,4 - 224,4 + 0,3 + \frac{1,1 \cdot 1,65^2}{2 \cdot 9,81} = 1,46 \text{ м}.$$

Решая систему уравнений получаем  $h_{c,0,7}=0,073$  м,  $h_{c,1,0}=0,102$  м.

Определим вторую сопряженную глубину  $h_c''$  для сжатой глубины  $h_c$  по формуле 8-25 на стр. 330 [1]:

$$h_c'' = \frac{h_c}{2} \cdot \left[ \sqrt{1 + 8 \cdot \left(\frac{h_k}{h_c}\right)^3} - 1 \right] \quad (\text{Б.9})$$

$$h_{c,0,7}'' = \frac{0,073}{2} \cdot \left[ \sqrt{1 + 8 \cdot \left(\frac{0,24}{0,073}\right)^3} - 1 \right] = 0,58 \text{ м};$$

$$h_{c,1,0}'' = \frac{0,102}{2} \cdot \left[ \sqrt{1 + 8 \cdot \left(\frac{0,3}{0,102}\right)^3} - 1 \right] = 0,69 \text{ м}.$$

Так как вторая сопряженная глубина при  $Q=0,7$  м<sup>3</sup>/с примерно соответствует глубине воды в водобойном колодце, получаем прыжок сразу от места падения струи. Длина гидравлического прыжка  $l_{\Pi}$  определяется по формуле 8-29 на стр. 331 [1]:

$$l_{\Pi} = 2,5 \cdot (1,9 \cdot h_c'' - h_c) \quad (\text{Б.10})$$

$$l_{\Pi,0,7} = 2,5 \cdot (1,9 \cdot 0,58 - 0,073) = 2,56 \text{ м}.$$

Необходимая длина водобойного колодца в данном случае определяется по рекомендациям §13-3, стр. 491 [1]:

$$L_{\text{ВК min } 0,7} = l_{\Pi,0,7} + l_{0,0,7} = 2,56 + 0,7 = 3,26 \text{ м}.$$

Длина колодца  $L_{\text{ВК}}=8,0$  м больше необходимой, таким образом, прыжок не выходит за пределы водобойного колодца.

Так как вторая сопряженная глубина при  $Q=1,0$  м<sup>3</sup>/с больше глубины воды в водобойном колодце, получаем отогнанный гидравлический прыжок со второй сопряженной глубиной  $h''$ , равной глубине в водобойном колодце. Первая сопряженная глубина  $h'$  определяется по формуле 8-24 на стр. 330 [1]:

$$h' = \frac{h''}{2} \cdot \left[ \sqrt{1 + 8 \cdot \left(\frac{h_k}{h''}\right)^3} - 1 \right]. \quad (\text{Б.11})$$

$$h'_{1,0} = \frac{0,6}{2} \cdot \left[ \sqrt{1 + 8 \cdot \left(\frac{0,3}{0,6}\right)^3} - 1 \right] = 0,127 \text{ м}$$

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>138</b>
-------------	---	------------

$$l_{п1,0} = 2,5 \cdot (1,9 \cdot 0,6 - 0,127) = 2,55 \text{ м}$$

От глубины воды в сжатом сечении до первой сопряженной глубины при  $Q=1,0 \text{ м}^3/\text{с}$  получаем кривую подпора, длина которой определяется по формуле 7-162, стр. 311 [1]:

$$l = \frac{\mathcal{E}_{h'} - \mathcal{E}_{h_c}}{i - \bar{i}_f}, \quad (\text{Б.12})$$

где:  $\mathcal{E}$  – удельная энергия в соответствующем сечении, определяемая по формуле 7 – 163 на стр. 311 [1]:

$$\mathcal{E} = h + \frac{\alpha \cdot v^2}{2 \cdot g}; \quad (\text{Б.13})$$

$i$  – уклон дна водобойного колодца,  $i=0$ ;

$\bar{i}_f$  – средний уклон трения, определяемый по формуле 7-164, стр. 311 [1]:

$$\bar{i}_f = \frac{1}{2} \cdot (i_{f_{h'}} + i_{f_{h_c}}), \quad (\text{Б.14})$$

где:  $i_f$  – уклон трения, определяемый по формуле 7-160, стр. 311 [1]:

$$i_f = \frac{v^2}{C^2 \cdot R}, \quad (\text{Б.15})$$

где:  $C$  – коэффициент Шези, определяемый по формуле Маннинга 4-113, стр.176 [1]:

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}, \quad (\text{Б.16})$$

где:  $n$  – коэффициент шероховатости поверхности, принимаемый по таблице 4-3, стр. 174 [1], для бетонной поверхности  $n=0,014$ ;

$R$  – гидравлический радиус, определяемый по формуле 3-53, стр. 93 [1]:

$$R = \omega / \chi, \quad (\text{Б.17})$$

где:  $\omega$  – площадь живого сечения;

$\chi$  – смоченный периметр.

$$l_{1,0} = \frac{1,0 - 1,45}{0 - 0,11} = 4,12 \text{ м.}$$

Необходимая длина водобойного колодца в данном случае определяется по формуле:

$$L_{ВК \text{ min } 1,0} = l_{п1,0} + l_{01,0} + l_{1,0} = 2,55 + 0,8 + 4,12 = 7,47 \text{ м.}$$

Длина колодца  $L_{ВК}=8,0 \text{ м}$  больше необходимой, таким образом, прыжок не выходит за пределы водобойного колодца.

Глубина воды в начале канала  $h_1$  определяется подбором по формуле 7-162, стр. 311 [1] с учетом известной длины канала и глубины в конце канала:

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>139</b>
-------------	---	------------

$$l = \frac{\partial h' - \partial h_c}{i - i_f}. \quad (\text{Б.18})$$

Методом подбора определены глубины  $h_{1,0,7}=0,34$  м,  $h_{1,1,0}=0,41$  м.

Необходимый напор на входном сечении водосброса  $H$  определяется подбором по формуле 14-3, стр. 499 [1] с учетом заданного расхода и глубины в начале канала:

$$Q = \varphi_n \cdot b \cdot h_1 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (H - h_1)}, \quad (\text{Б.19})$$

где:  $\varphi_n$  – коэффициент скорости для подтопленного водослива;  $\varphi_n=0,84$ .

Методом подбора определены  $H_{0,7}=0,4$  м,  $H_{1,0}=0,5$  м.

Таким образом, уровень воды в первой секции вторичного отстойника при  $Q=0,7$  м<sup>3</sup>/с – 225,80 м, при  $Q=1,0$  м<sup>3</sup>/с – 225,90 м.

### **Выводы:**

Гидравлический прыжок при заданных параметрах водосброса №1 находится в пределах водобойного колодца в диапазоне расчетных расходов.

Уровень воды в первой секции вторичного отстойника при  $Q=0,7$  м<sup>3</sup>/с – 225,80 м.

Уровень воды в первой секции вторичного отстойника при  $Q=1,0$  м<sup>3</sup>/с – 225,90 м.

## **Б.2 Расчет водосброса №2**

### **Исходные данные:**

Расчетный расход  $Q$  – 0,7 м<sup>3</sup>/с, 1,0 м<sup>3</sup>/с;

Уровень воды во второй секции вторичного отстойника – 225,00 м;

Отметка порога водосброса – 225,90 м;

Длина порога водосброса,  $L$  – 3,0 м;

Уклон быстротока водосброса –  $i=0,07$ ;

Ширина водосброса,  $b$  – 80,0 м.

Водосброс №2 состоит из порога и быстротока. Отметка порога водосброса №2 назначена таким образом, чтобы на нем не было воды при работе водосброса №1.

### **Расчет**

Нормальная глубина воды на быстротоке определяется подбором исходя из формулы 6-8, стр. 246:

$$Q = \omega \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}, \quad (\text{Б.20})$$

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>140</b>
-------------	---	------------

Подбором определены  $h_{б\ 0,7}=0,017$  м,  $h_{б\ 1,0}=0,021$  м. При этом скорости течения воды на быстротоке составят  $V_{б\ 0,7}=0,51$  м/с,  $V_{б\ 1,0}=0,58$  м/с.

Критическая глубина определяется по формуле:

$$h_k = \sqrt[3]{\frac{\alpha \cdot q^2}{g}}, \quad (\text{Б.21})$$

$$h_{к\ 0,7} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 0,0088^2}{9,81}} = 0,0205 \text{ м}; \quad h_{к\ 1,0} = \sqrt[3]{\frac{1,1 \cdot 0,0125^2}{9,81}} = 0,026 \text{ м}$$

Нормальная глубина воды на быстротоке меньше критической, значит уклон дна быстротока больше критического.

Так как уклон дна быстротока больше критического, а уклон порога равен нулю, т.е. меньше критического, то глубина воды в конце порога будет равна критической глубине:

$$h_{2\ 0,7} = h_{к\ 0,7} = 0,0205 \text{ м}; \quad h_{2\ 1,0} = h_{к\ 1,0} = 0,026 \text{ м}$$

Глубина воды в начале порога  $h_1$  определяется подбором по формуле 7-162, стр. 311 [1] с учетом известной длины канала и глубины в конце порога:

$$l = \frac{\partial h' - \partial h_c}{i - i_f}. \quad (\text{Б.22})$$

Методом подбора определены глубины  $h_{1\ 0,7}=0,09$  м,  $h_{1\ 1,0}=0,094$  м.

Необходимый напор на входном сечении водосброса  $H$  определяется подбором по формуле 14-3, стр. 499 [1] с учетом заданного расхода и глубины в начале канала:

$$Q = \varphi_{п} \cdot b \cdot h_1 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (H - h_1)}, \quad (\text{Б.23})$$

Методом подбора определены  $H_{0,7}=0,091$  м,  $H_{1,0}=0,096$  м.

Таким образом, уровень воды в первой секции вторичного отстойника при  $Q=0,7$  м<sup>3</sup>/с – 225,99 м, при  $Q=1,0$  м<sup>3</sup>/с – 226,00 м.

### **Выводы:**

Уровень воды в первой секции вторичного отстойника при  $Q=0,7$  м<sup>3</sup>/с – 225,99 м.

Уровень воды в первой секции вторичного отстойника при  $Q=1,0$  м<sup>3</sup>/с – 226,00 м.

На быстротоке происходит небольшой гидравлический прыжок, который наряду с креплением дна быстротока камнем и малой глубиной течения дает хорошую дополнительную аэрацию потока.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>141</b>
-------------	---	------------

***Использованная литература:***

1. Чугаев Р.Р. Гидравлика: Учебник для вузов. – 4-е изд., доп. и перераб. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982. – 672 с, ил.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>142</b>
-------------	---	------------

## Приложение В

### Расчет прочности конструкции водосброса №1 вторичного отстойника (справочное)

#### ***В.1 Расчет монолитного лотка водосброса №1***

***Исходные данные:***



Рис. В.1 – Расчетная схема

**Нагрузка от грунта обратной засыпки**

Принят – грунт ИГЭ-1, t IV

1) Удельный вес грунта:

$$\gamma_I = 19,9 \text{ кН/м}^3$$

$$\gamma_{II} = 20,2 \text{ кН/м}^3$$

2) Расчетное сопротивление грунта  $R_0 = 180 \text{ кПа}$

3) По приложению А СП 22.13330.2016 угол внутреннего трения  $\varphi_I = 20^\circ$

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>143</b>
-------------	---	------------



Принимаем грунт обратной засыпки со следующими характеристиками:

$$\gamma_I'' = \gamma_I \cdot 0,95 = 19,9 \text{ кН/м}^3 \cdot 0,95 = 18,91$$

$$\varphi_I'' = \varphi_I \cdot 0,9 = 20^\circ \cdot 0,9 = 18^\circ$$

Горизонтальная нагрузка от обратной засыпки

Высота грунта обратной засыпки (осредненная):

Для участка 1  $h_{гр} = 1,0$  м;

Для участка 2  $h_{гр} = 2,0$  м;

Для участка 3  $h_{гр} = 3,0$  м.

Коэффициент активного давления:

$$\lambda_a = tg^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi_i''}{2} \right) = tg^2 \left( 45^\circ - \frac{18^\circ}{2} \right) = 0,53$$

$$P_{a1} = \gamma_1 \cdot \gamma_f \cdot h_{гр} \cdot \lambda_a = 19,91 \text{ кН/м}^2 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 0,53 = 12,13 \text{ кН/м}^2 = 1,21 \text{ тс/м}^2$$

$$P_{a2} = \gamma_1 \cdot \gamma_f \cdot h_{гр} \cdot \lambda_a = 19,91 \text{ кН/м}^2 \cdot 1,15 \cdot 2,0 \cdot 0,53 = 24,27 \text{ кН/м}^2 = 2,43 \text{ тс/м}^2$$

$$P_{a3} = \gamma_1 \cdot \gamma_f \cdot h_{гр} \cdot \lambda_a = 19,91 \text{ кН/м}^2 \cdot 1,15 \cdot 3,0 \cdot 0,53 = 36,39 \text{ кН/м}^2 = 3,64 \text{ тс/м}^2$$

Временная нагрузка от подвижного транспорта

Согласно СП 35.13330.2011 нормативную временную вертикальную нагрузку от подвижного состава на автомобильных дорогах (общего пользования, внутрихозяйственных сельскохозяйственных организаций и предприятий), на улицах и дорогах городов, поселков и сельских населенных пунктов следует принимать (с учетом перспективы):

а) от автотранспортных средств – в виде полос АК

б) от тяжелых одиночных нагрузок НК

Нагрузка АК включает в себя, кроме равномерно распределённой, ещё и одну двухосную тележку с нагрузкой на ось 10К (кН). При К=14 это 140 кН или 14 тс на ось.

Нагрузка НК включает в себя, четырехосную тележку Н14 с нагрузкой на ось 18К (кН). При К=14 это 252 кН или 25,2 тс на ось.

Задаем:

– для АК полосу шириной 0,6м с нагрузкой 7 тс;

– для НК шириной 0,8м с нагрузкой 12,6 тс.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	144
------	---	-----

**Временная нагрузка от полосовой равномерно распределенной нагрузки**

Согласно СП 43.13330.2012 интенсивность нормативного вертикального давления от колесной нагрузки НК-80 при движении ее вдоль сооружения на глубине  $y_a = \frac{a}{\tan \theta_0}$  при  $a_{y5} = 3,8 + 2a$  (м) и  $b_{y5} = 3,5 + 2a$  (м) следует определять по формуле:

$$P_v = q \cdot \lambda_a \cdot \gamma_f = 75,8 \text{ кН/м}^2 \cdot 0,53 \cdot 1,2 = 48,2 \text{ кН/м}^2 = 4,82 \text{ тс/м}^2 = 48,2 \text{ кПа}$$

Откуда

$$q = \frac{N}{a_v \cdot b_v} = \frac{1008 \text{ кН}}{3,8 \text{ м} \cdot 3,5 \text{ м}} = 75,8 \text{ кН/м}^2$$

**Расчет в программном комплексе SCAD**

**Задание нагрузок**

- L1 – Нагрузка от собственного веса (тс)
- L2 – Нагрузка от бокового давления грунта (тс)
- L3 – Нагрузка от веса плиты (тс)
- L4 – Нагрузка АК справа (тс)
- L5 – Нагрузка АК слева (тс)
- L6 – Нагрузка НК справа (тс)
- L7 – Нагрузка НК слева (тс)
- L8 – Нагрузка НК+АК (тс)
- L9 – Нагрузка от НК на стены канала(тс)

**Комбинации загрузений и расчетные сочетания усилий**

**Таблица В.1 – Комбинации загрузений**

Комбинации загрузений	
1	(L1)*1+(L2)*1+(L3)*1
2	(L1)*1+(L2)*1+(L3)*1+(L4)*1
3	(L1)*1+(L2)*1+(L3)*1+(L6)*1
4	(L1)*1+(L2)*1+(L3)*1+(L5)*1
5	(L1)*1+(L2)*1+(L3)*1+(L7)*1
6	(L1)*1+(L2)*1+(L3)*1+(L8)*1
7	(L1)*1+(L2)*1+(L3)*1+(L9)*1

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>145</b>
-------------	---	------------

**Таблица В.2 – Расчетные сочетания усилий**

	Наименование	Тип загрузки	Вид нагрузки	Коэф. надежности	Доля длительности	Коэф. для групп элементов с разными требованиями надежности
						$K_1$
1	Собственный вес	Постоянные нагрузки	Вес бетонных (плотность более 1,6т/м <sup>3</sup> ), ж/б, каменных, деревянных конструкций	1,1	1	1
2	Боковое давление	Длительные нагрузки	Давление газов, жидкостей, сыпучих тел и т.п.	1,2	1	1
3	Вес плиты	Длительные нагрузки	Вес временных перегородок и т.п.	1,2	1	1
4	АК_справа	Кратковременные нагрузки	Нагрузки от транспортных средств	1,2	0,35	1
5	НК_справа	Кратковременные нагрузки	Нагрузки от транспортных средств	1,2	0,35	1
6	АК_слева	Кратковременные нагрузки	Нагрузки от транспортных средств	1,2	0,35	1
7	НК_слева	Кратковременные нагрузки	Нагрузки от транспортных средств	1,2	0,35	1
8	НК+АК	Кратковременные нагрузки	Нагрузки от транспортных средств	1,2	0,35	1
9	НК_в_двух_направлениях	Кратковременные нагрузки	Нагрузки от транспортных средств	1,2	0,35	1
10	$(L1)*1+(L2)*1+(L3)*1$	Постоянные нагрузки	Другие	1	1	1
11	$(L1)*1+(L2)*1+(L3)*1+(L4)*1$	Постоянные нагрузки	Другие	1	1	1
12	$(L1)*1+(L2)*1+(L3)*1+(L6)*1$	Постоянные нагрузки	Другие	1	1	1
13	$(L1)*1+(L2)*1+(L3)*1+(L5)*1$	Постоянные нагрузки	Другие	1	1	1
14	$(L1)*1+(L2)*1+(L3)*1+(L7)*1$	Постоянные нагрузки	Другие	1	1	1
15	$(L1)*1+(L2)*1+(L3)*1+(L8)*1$	Постоянные нагрузки	Другие	1	1	1
16	$(L1)*1+(L2)*1+(L3)*1+(L9)*1$	Постоянные нагрузки	Другие	1	1	1

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>146</b>
-------------	---	------------

## Анализ результатов расчета

### Подбор армирования плиты водосброса

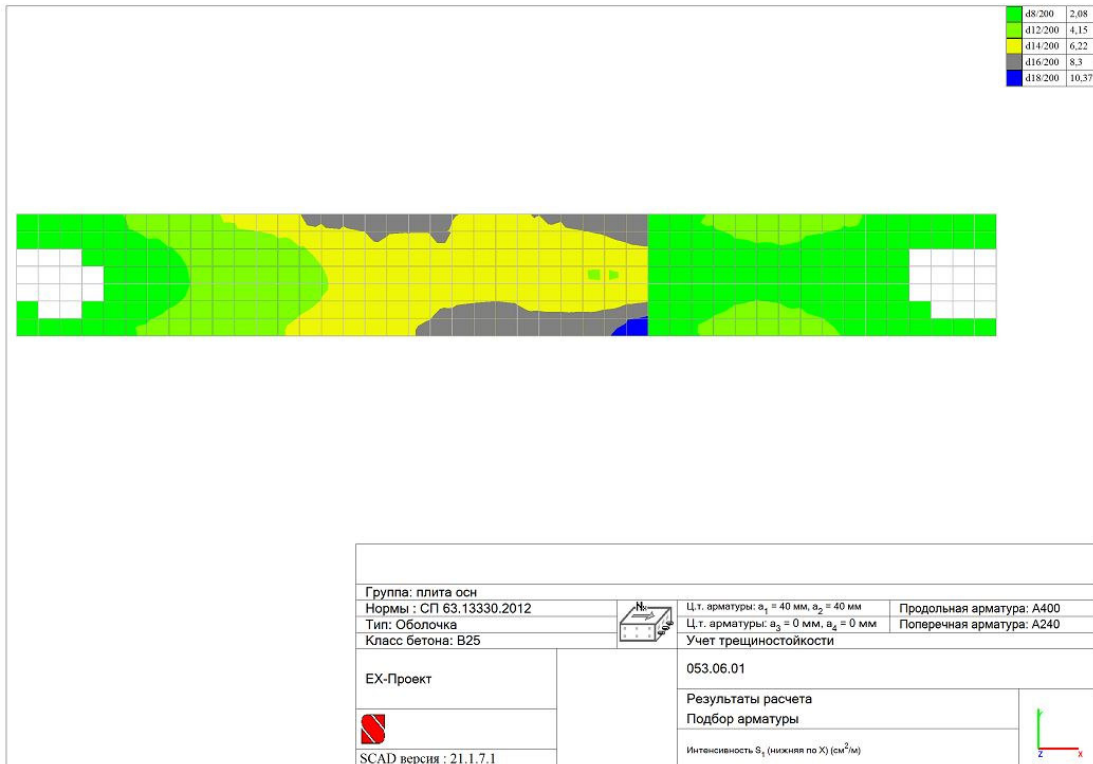


Рис. В.2 – Армирование нижнее по x

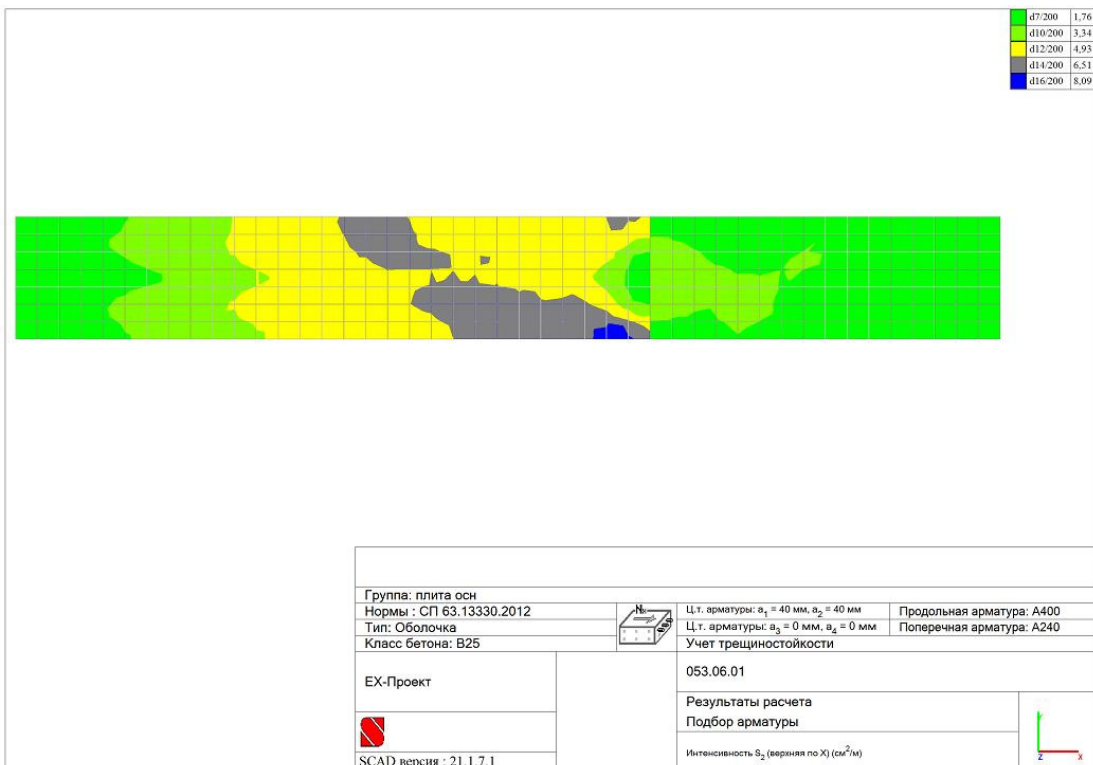


Рис. В.3 – Армирование верхнее по x

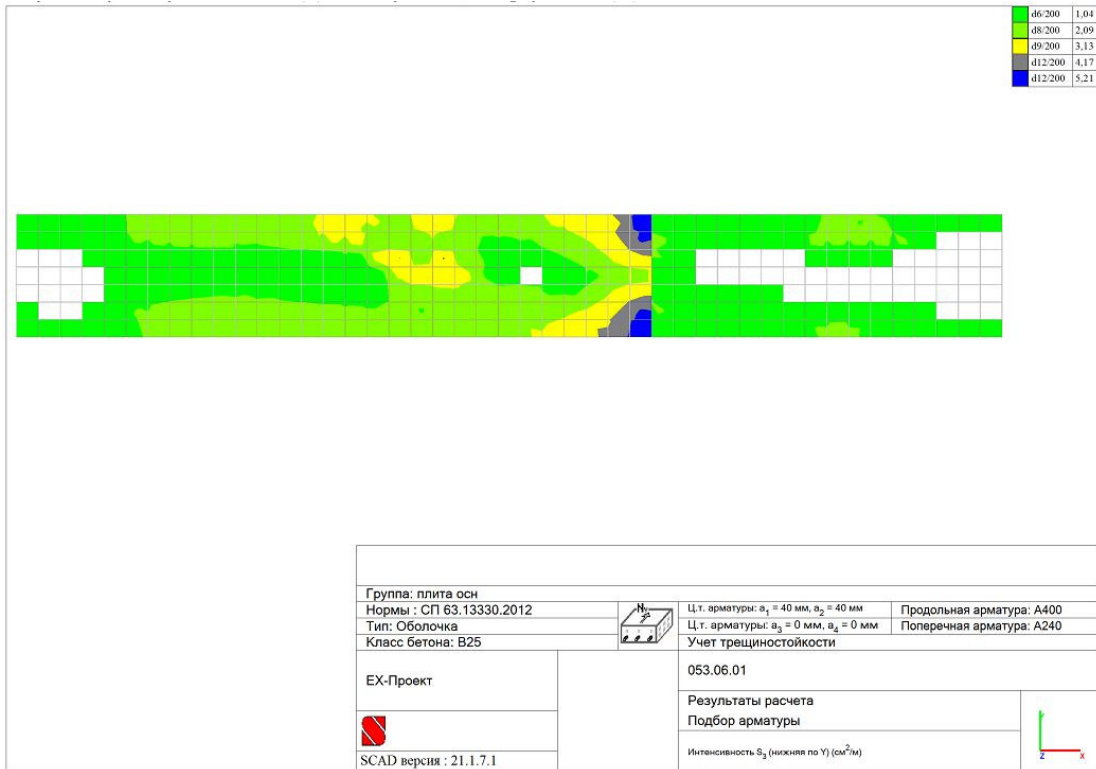


Рис. В.4 – Армирование нижнее по y

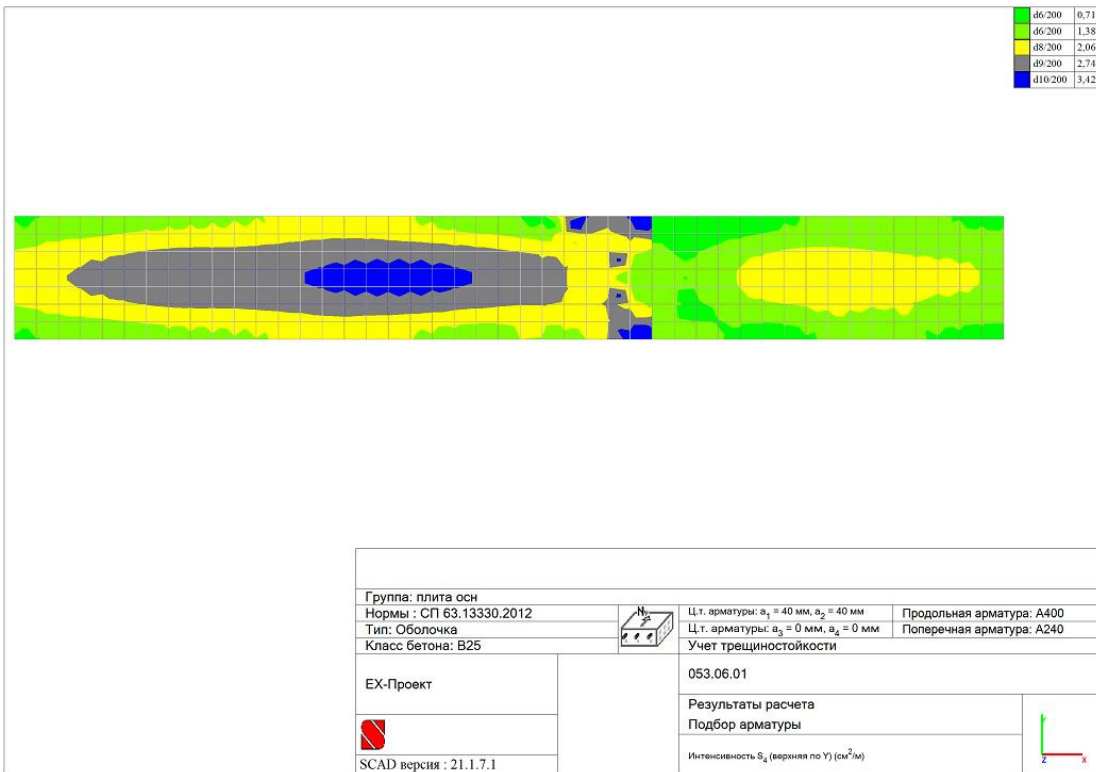


Рис. В.5 – Армирование верхнее по y

**Таблица В.3 – Сводная таблица принятого армирования плиты водосброса**

шаг 200 мм		Фоновое	Усиление
верхнее	по х	Ø16	–
	по у	Ø16	–
нижнее	по х	Ø16	–
	по у	Ø16	–

**Подбор армирования стен водосброса**


Рис. В.6 – Армирование нижнее по х



Рис. В.7 – Армирование верхнее по х

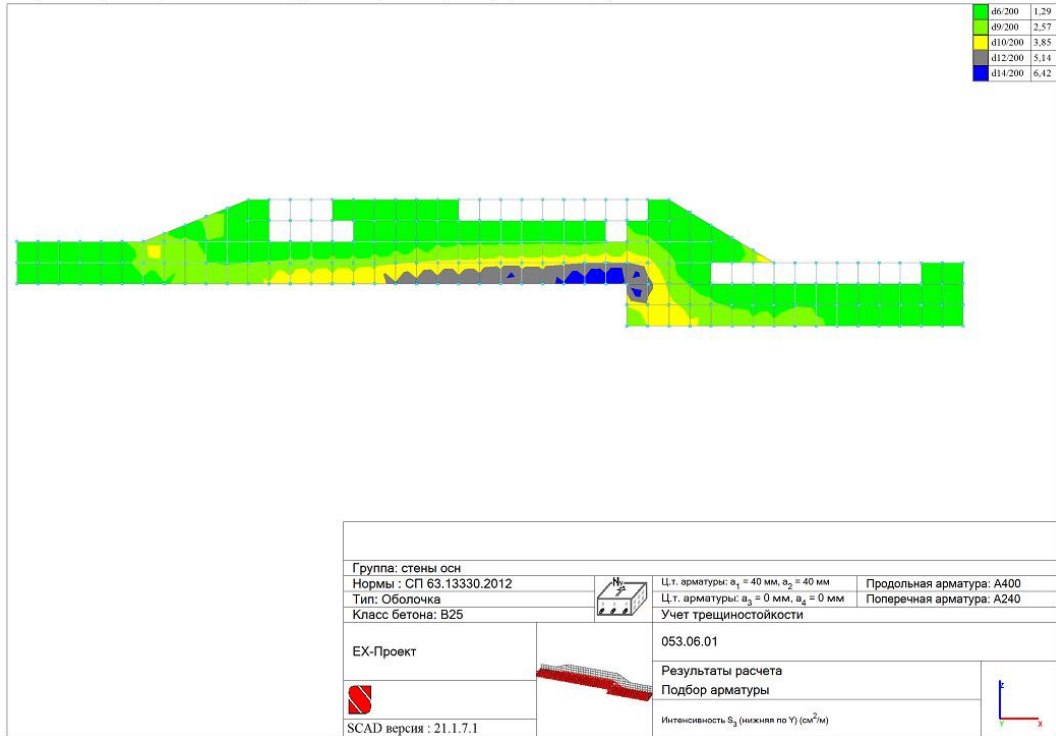


Рис. В.8 – Армирование нижнее по у

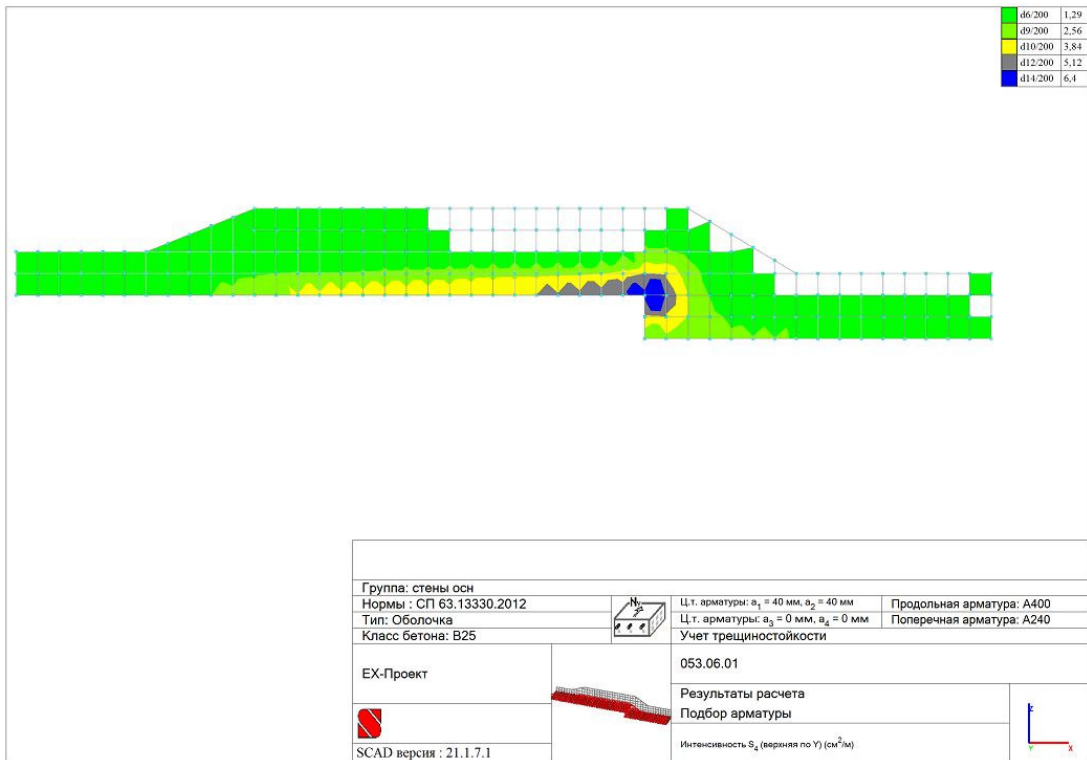


Рис. В.9 – Армирование верхнее по у



**Таблица В.4 – Сводная таблица принятого армирования стен водосброса**

шаг 200 мм		Фоновое	Усиление
верхнее	по x	ø12	–
	по y	ø12	–
нижнее	по x	ø12	–
	по y	ø12	–

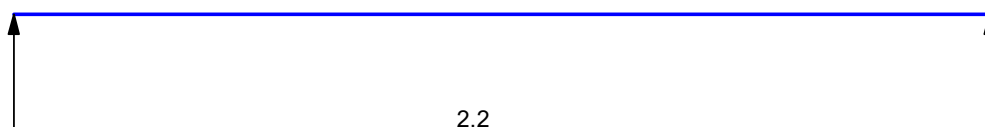
### В. 2. Расчет плиты для проезда через водосброс №1

Расчет выполнен по СП 63.13330.2012.

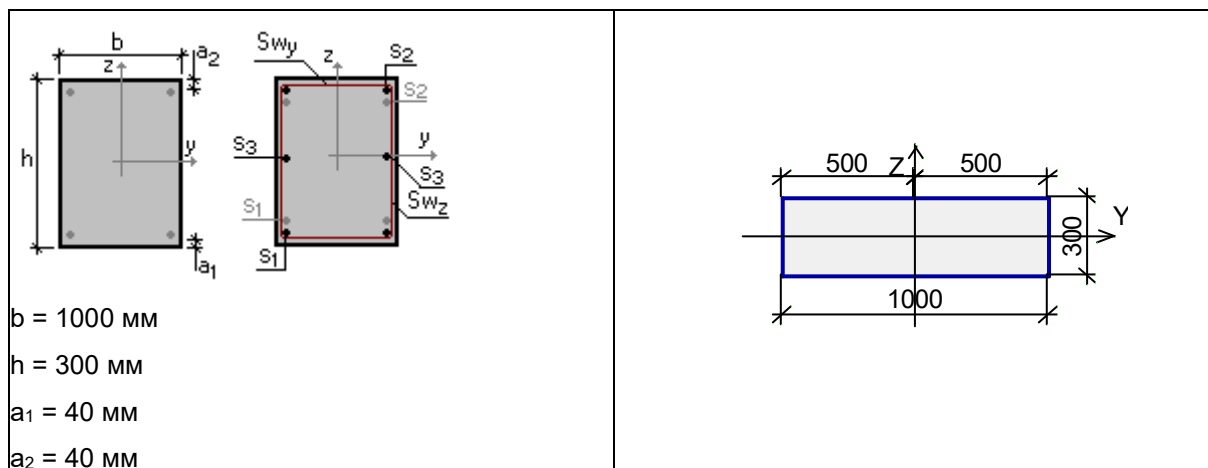
Коэффициент надежности по ответственности  $k_n = 1$

Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) = 1

Конструктивное решение (см. рис. В10)



#### Сечение

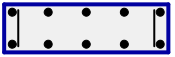


Арматура	Класс	Коэффициент условий работы
Продольная	A400	1
Поперечная	A240	1

Рис. В.10 – Конструктивное решение

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>151</b>
-------------	---	------------

**Таблица В.5 – Заданное армирование**

Пролет	Участок	Длина (м)	Арматура	Сечение
пролет 1	1	2,2	S <sub>1</sub> – 5Ø16 S <sub>2</sub> – 5Ø16 Поперечная арматура вдоль оси Z 4Ø8, шаг поперечной арматуры 100 мм	

### Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В25

Плотность бетона 24,525 кН/м<sup>3</sup>

**Таблица В.6 – Коэффициент условий работы бетона**

Коэффициенты условий работы бетона		
K <sub>b1</sub>	учет нагрузок длительного действия	0,9
K <sub>b2</sub>	учет характера разрушения	1
K <sub>b3</sub>	учет вертикального положения при бетонировании	1
K <sub>b5</sub>	учет замораживания/оттаивания и отрицательных температур	1

Влажность воздуха окружающей среды – 40-75%

### Трещиностойкость

Ограниченная ширина раскрытия трещин.

Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия ограничения проницаемости конструкций.

Допустимая ширина раскрытия трещин:

– непродолжительное раскрытие 0,3 мм;

– продолжительное раскрытие 0,2 мм

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>152</b>
-------------	---	------------

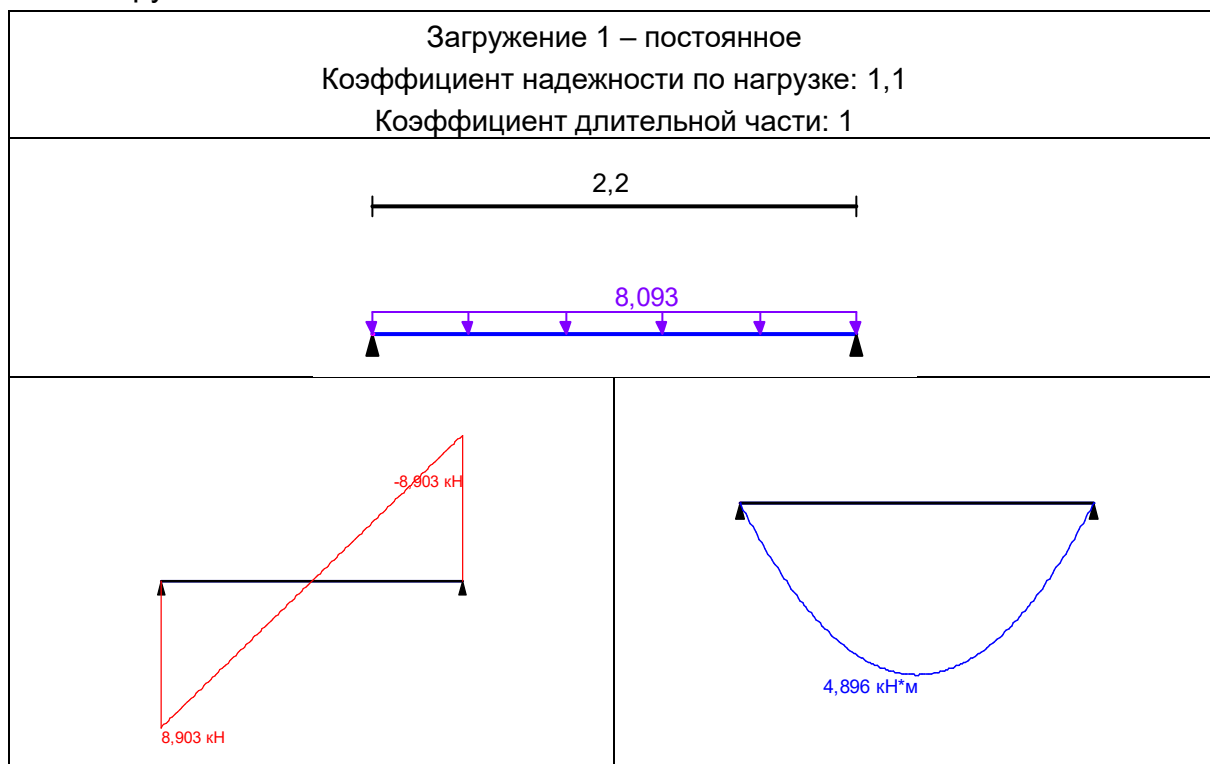

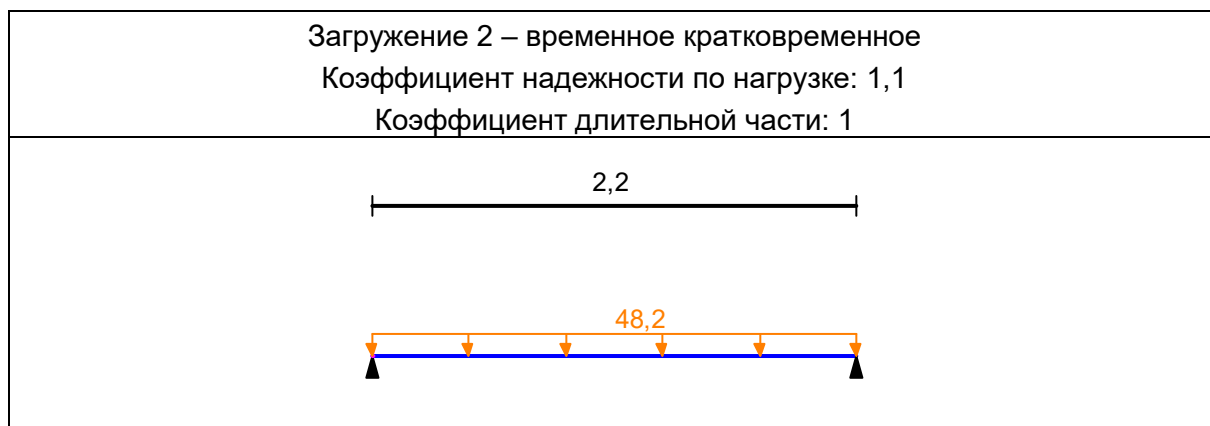
**Загрузка 1 – постоянное**


Рис. В.11 – Загрузка 1 – постоянное

**Загрузка 2 – временное кратковременное**

Тип нагрузки	Величина	
пролет 1, длина = 2,2 м		
	48,2	кН/м



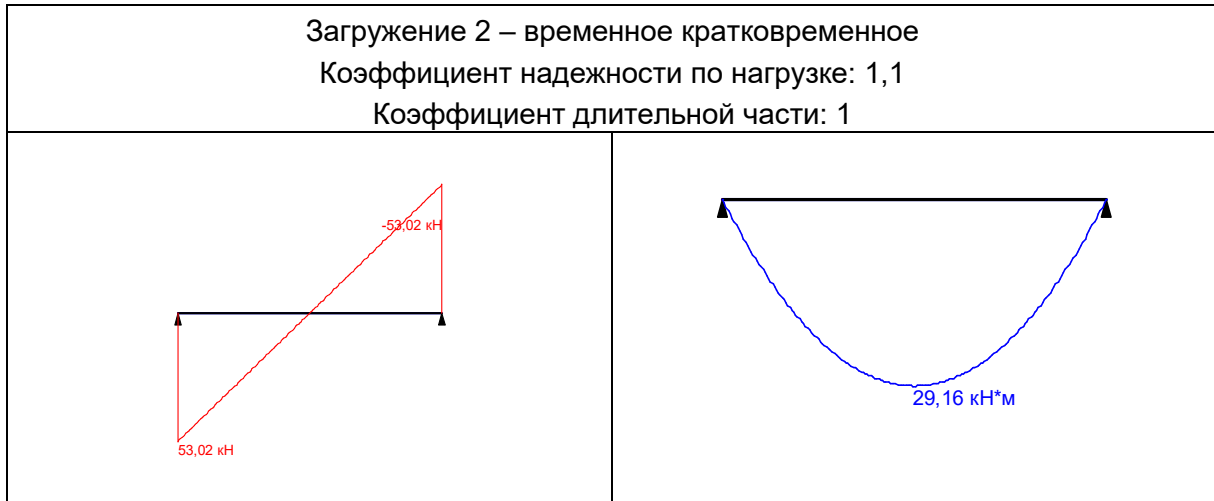


Рис. В.12 – Загрузка 2 – временное кратковременное

Загрузка 3 – временное кратковременное

Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s
пролет 1, длина = 2,2 м			
	48,2 кН/м	0,4 м	0,2 м
	48,2 кН/м	1,6 м	0,2 м

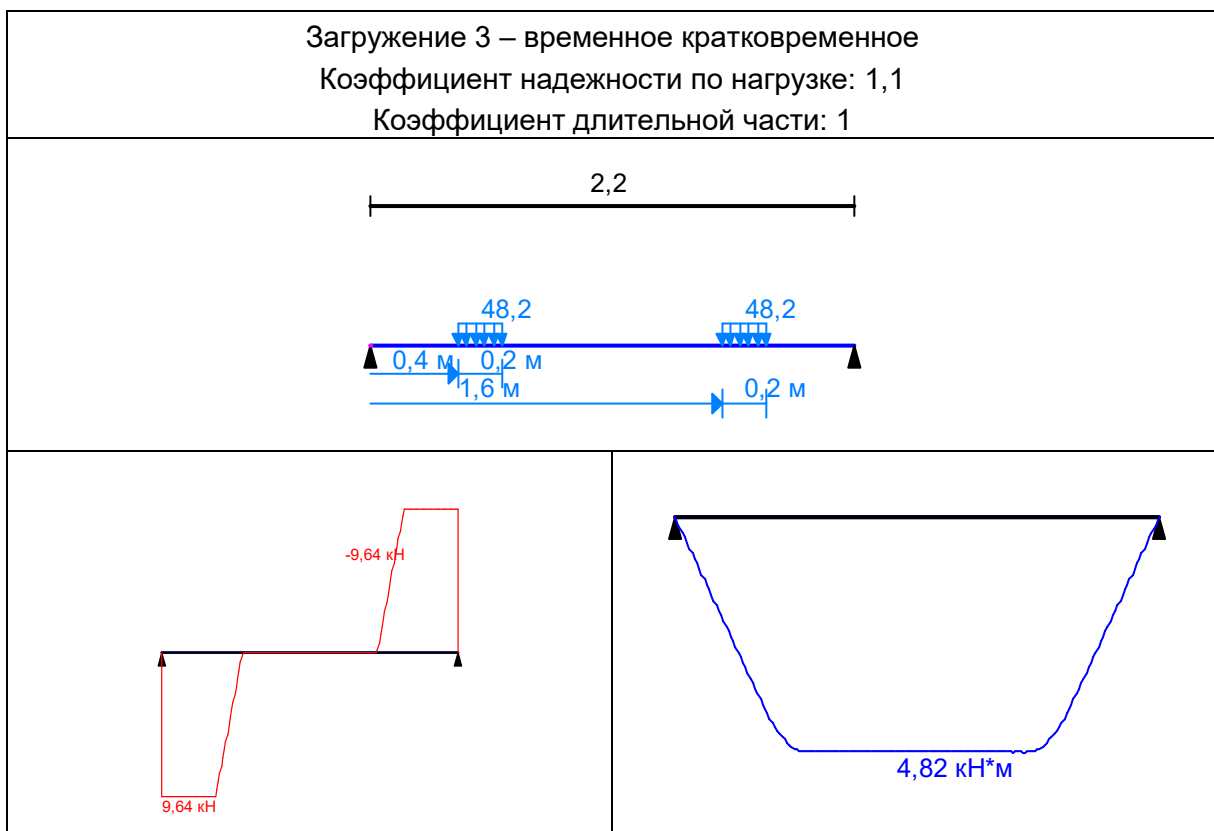



Рис. В.13 – Загрузка 3 – временное кратковременное

**Загрузка 4 – временное кратковременное**

Тип нагрузки	Величина	Позиция x		Ширина приложения нагрузки, s	
пролет 1, длина = 2,2 м					
	48,2	кН/м	1	м	0,2
					м

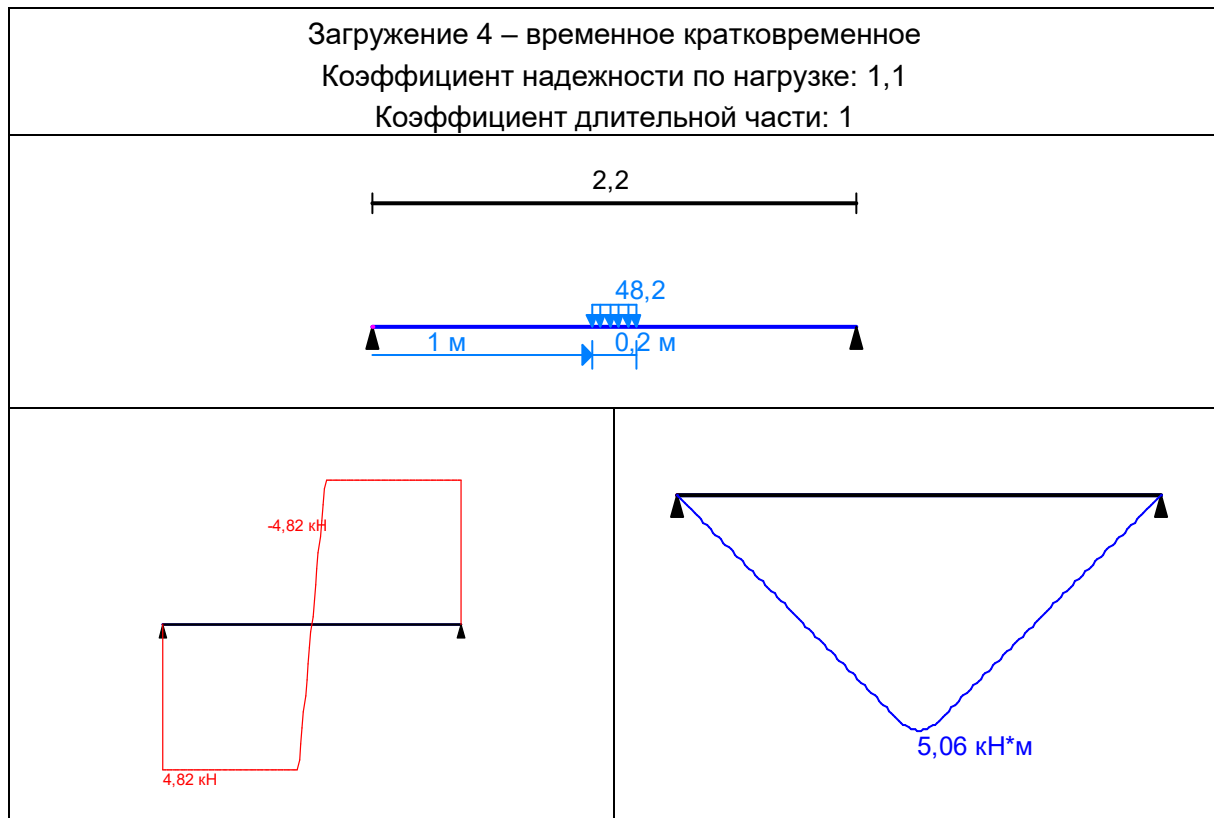
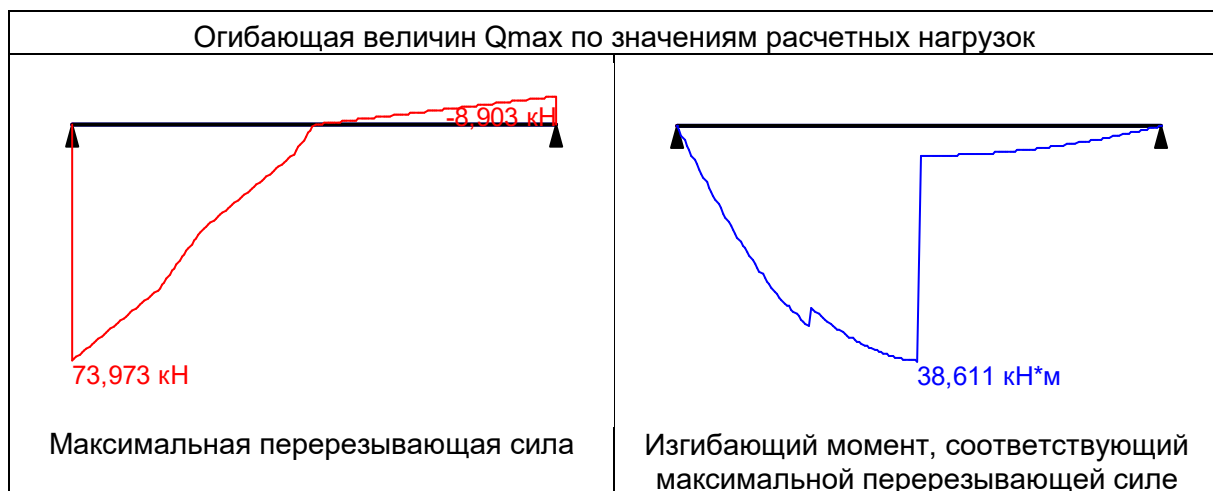
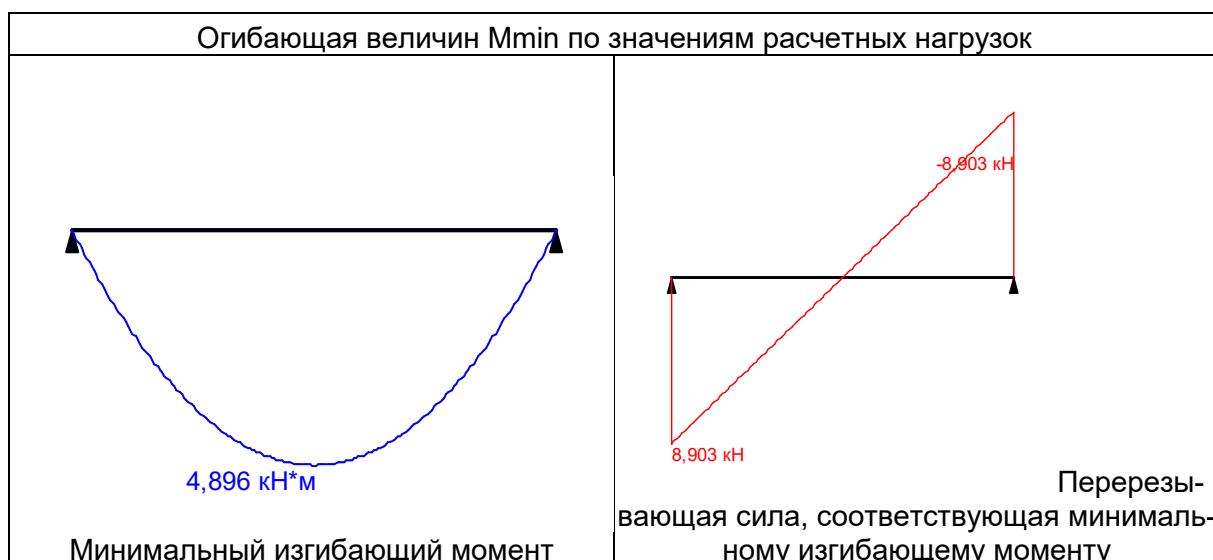
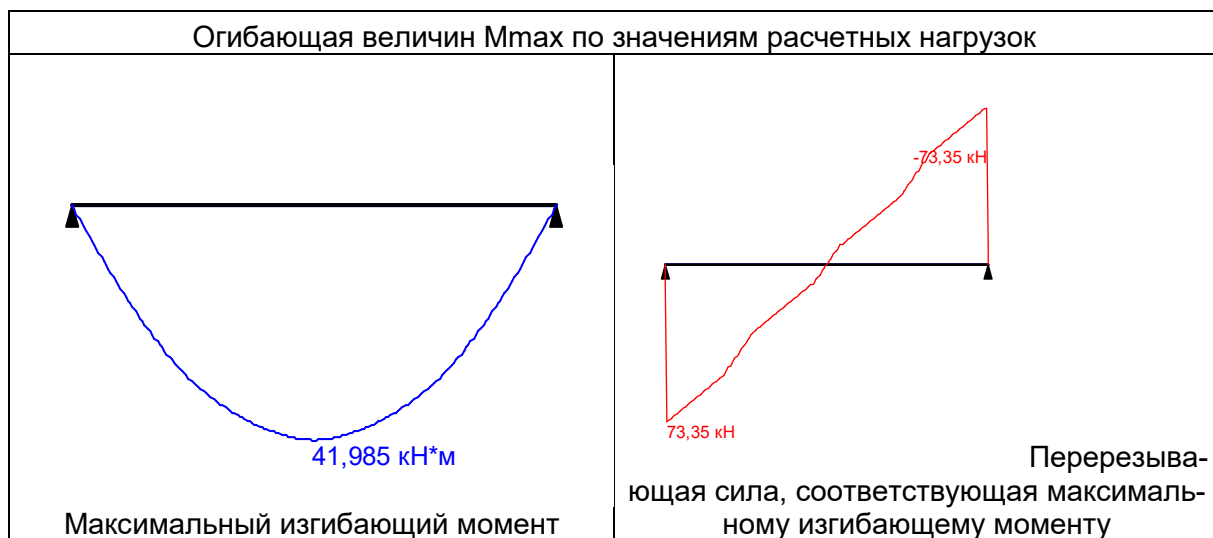


Рис. В.14 – Загрузка 4 – временное кратковременное

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>155</b>
-------------	---	------------



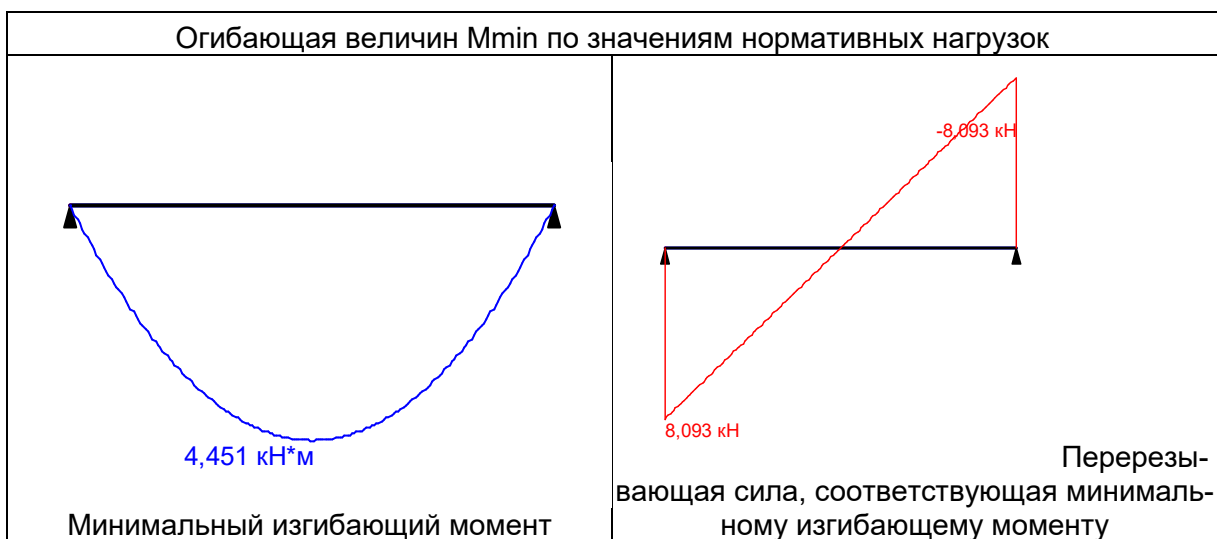
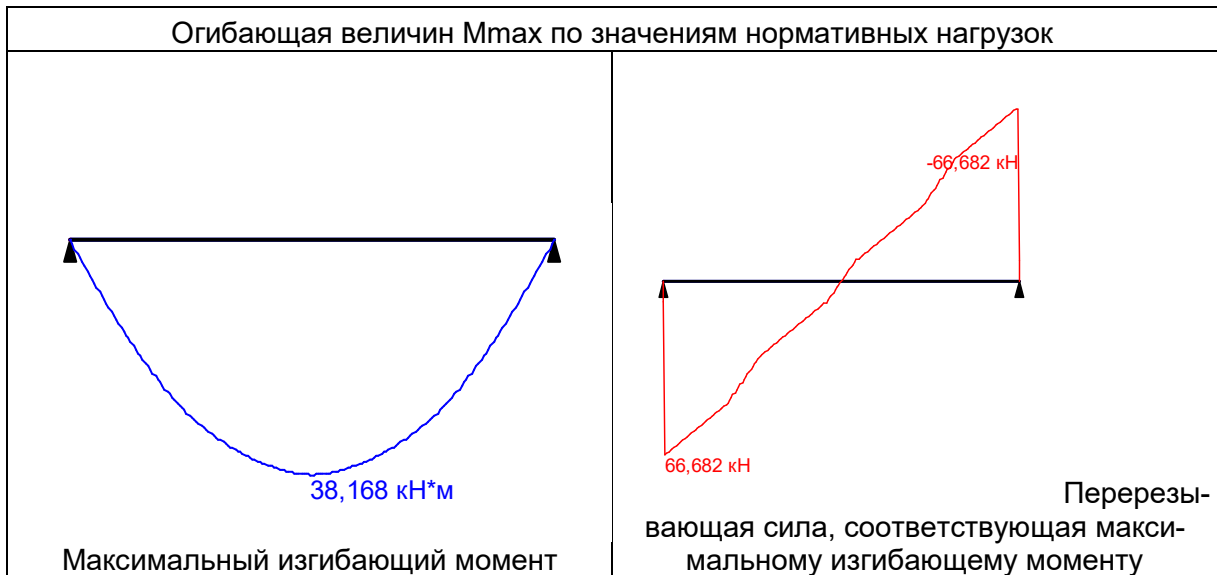
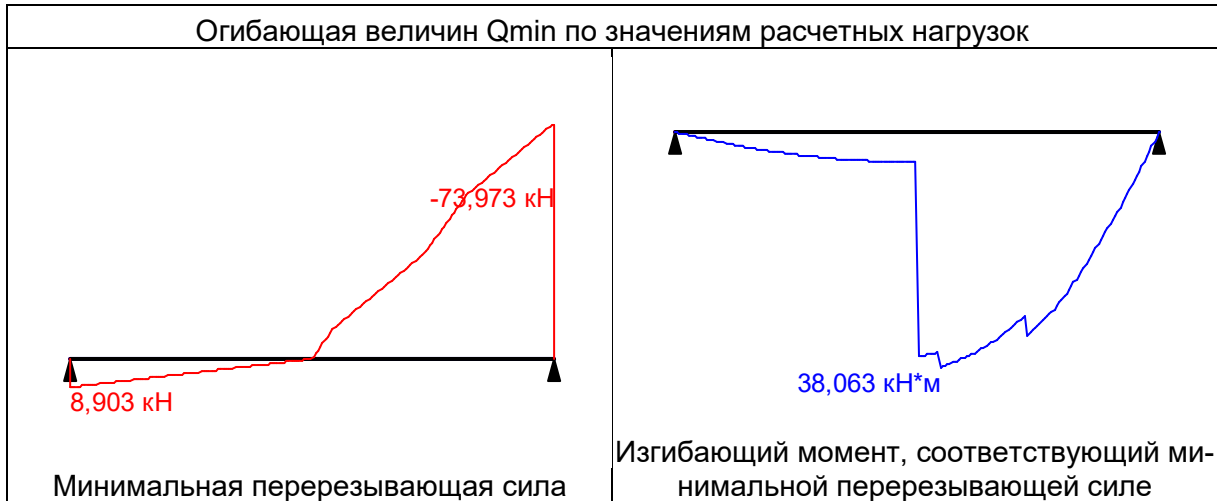






Рис. В.15 – Огибающая величин:  $Q_{max}$ ,  $Q_{min}$ ,  $M_{max}$ ,  $M_{min}$  по значениям нормативных нагрузок

**Таблица В.7 – Опорные реакции**

	Опорные реакции	
	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2
	кН	кН
по критерию $M_{max}$	8,903	8,903
по критерию $M_{min}$	8,903	8,903
по критерию $Q_{max}$	73,973	8,903
по критерию $Q_{min}$	8,903	73,973

**Таблица В.8 – Результаты расчета**

Результаты расчета				
Пролет	Участок	Коэффициент использования	Проверка	Проверено по СНиП
пролет 1	1	0,485	Прочность по предельному моменту сечения	п. 7.1.12
		0,119	Деформации в сжатом бетоне	пп. 8.1.20-8.1.30
		0,038	Деформации в растянутой арматуре	пп. 8.1.20-8.1.30
		0,067	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	п. 8.1.32, 8.1.34
		0,283	Прочность по наклонному сечению	п. 8.1.33, 8.1.34

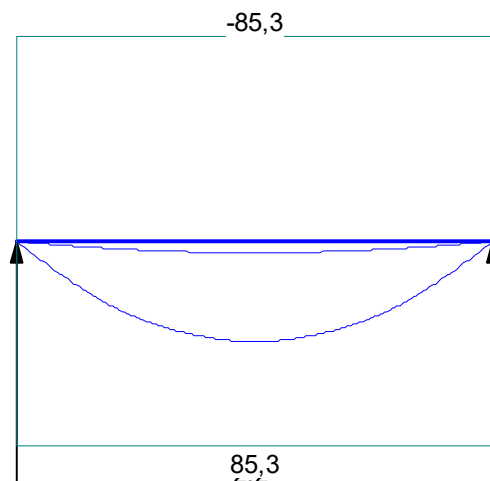


Рис. В.16 – Эпюра материалов по изгибающему моменту

Отчет сформирован программой АРБАТ (64-бит), версия: 21.1.7.1 от 13.06.2018.

**Рекомендация.**

Выполнить подсыпку крышки канала по рекомендациям отдела генплана, в зависимости от типа дороги.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>159</b>
-------------	---	------------

## Приложение Г

### Гидравлический расчет системы обратного водоснабжения на пропуск паводковых расходов. Расчет пропускной способности шандорного колодца (справочное)

#### **Г.1 Расчет без учета водоводов обратного водоснабжения**

##### **Исходные данные:**

Расход водотоков, впадающих непосредственно во 2 поле, составляет: для основного расчетного случая 0,1 % обеспеченности  $Q_{0,1\%} = 8,09 \text{ м}^3/\text{с}$ ; для поверочного расчетного случая 0,01 % обеспеченности  $Q_{0,01\%} = 9,55 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Расход водотоков с учетом р. Можель составляет: для основного расчетного случая 0,1 % обеспеченности  $Q_{0,1\%} = 12,15 \text{ м}^3/\text{с}$ ; для поверочного расчетного случая 0,01 % обеспеченности  $Q_{0,01\%} = 14,35 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Уровень воды в хвостохранилище – 288,00 м (максимальный уровень согласно действующим критериям безопасности);

Отметка оси выходного сечения водосбросной трубы – 227,20 м;

Уклон последнего участка водосбросной трубы,  $i=0,02$ ;

Диаметр водосбросной трубы,  $D_{\text{ВТ}} = 1,4 \text{ м}$ ;

Геометрические параметры шандорного колодца, водоподводящих коллекторов и водосбросной трубы приведены в расчетных таблицах ниже.

В случае отсутствия работы насосов НОВ-3 и при отключенных водоводах обратного водоснабжения (перекрытый байпас на коллекторе НОВ-3), часть системы обратного водоснабжения, через которую происходит пропуск расходов, состоит из шандорного колодца, водоподводящих железобетонных коллекторов и водосбросной трубы от НОВ-3 во вторичный отстойник. Определим максимальную пропускную способность такой системы при указанных исходных данных.

##### **Расчет**

Для определения режима работы системы проверим максимальную пропускную способность последнего участка водосбросной трубы в безнапорном режиме. Согласно формуле 6-41, стр. 260 [1] максимальный расход в трубе круглого сечения при безнапорном режиме имеет место при глубине заполнения  $h_{\text{зап}}$ :

$$h_{\text{зап}} = 0,94 \cdot D_{\text{ВТ}}, \quad (\text{Г.1})$$

$$h_{\text{зап}} = 0,94 \cdot 1,4 = 1,316 \text{ м.}$$

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>160</b>
-------------	---	------------

Расход на последнем участке водосбросной трубы при  $h_{\text{зап}}$  определяется по формуле 6-8, стр. 246 [1]:

$$Q = \omega \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i}, \quad (\text{Г.2})$$

где:  $\omega$  – площадь живого сечения;

$R$  – гидравлический радиус, определяемый по формуле 3-53, стр. 93 [1]:

$$R = \omega / \chi, \quad (\text{Г.3})$$

где:  $\chi$  – смоченный периметр.

$C$  – коэффициент Шези, определяемый по формуле Маннинга 4-113, стр.176 [1]:

$$C = \frac{1}{n} \cdot R^{1/6}, \quad (\text{Г.4})$$

где:  $n$  – коэффициент шероховатости поверхности, принимаемый по таблице 4-3, стр. 174 [1], для стали со сварными соединениями  $n=0,012$ .

Для  $h_{\text{зап}}=1,316$  м и  $D_{\text{ВТ}}=1,4$  м:  $\omega=1,5$  м<sup>2</sup>,  $\chi=3,71$  м (графически),

$$R = 1,5/3,71 = 0,41 \text{ м},$$

$$C = \frac{1}{0,012} \cdot 0,41^{1/6} = 71,7,$$

$$Q_{\text{максб/н}} = 1,5 \cdot 71,7 \cdot \sqrt{0,41 \cdot 0,02} = 9,7 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Таким образом, при пропуске расходов более 9,7 м<sup>3</sup>/с водосбросная труба будет находиться в напорном режиме.

Определим максимальную пропускную способность системы, исходя из того, что она полностью работает в напорном режиме с истечением в атмосферу по формуле 5-32, стр. 217 [1]:

$$H = h_f + \frac{V_{\text{Вых}}^2}{2 \cdot g}, \quad (\text{Г.5})$$

где:  $H$  – превышение уровня жидкости в хвостохранилище над центром выходного сечения:

$$H = \nabla_{\text{УВ}} - \nabla_{\text{Ц}_{\text{Вых сеч}}} = 288,00 - 227,20 = 60,8 \text{ м};$$

$h_f$  – полные потери напора в трубе, включая местные потери напора и потери по длине.

Решая формулу Г.5 подбором в отношении расхода, получаем  $Q=11,7$  м<sup>3</sup>/с – пропускную способность системы в напорном режиме без учета НОВ – 3 и водоводов оборотного водоснабжения. Результаты расчета потерь напора по элементам приведены в таблицах Г.1 – Г.3. При расчете таблиц использовались следующие данные:

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>161</b>
-------------	---	------------

$\Delta$  – эквивалентная шероховатость, по таблице 4-2, стр. 166 [1], для стальных труб  
 $\Delta=0,1$  мм;

$\Delta_r$  – относительная шероховатость, по формуле 4-76, стр. 161 [1]:

$$\Delta_r = \frac{\Delta}{D}; \quad (\text{Г.6})$$

$\lambda$  – коэффициент гидравлического трения, по формуле 4-81", стр. 165 [1] для квадратичной области сопротивления:

$$\lambda = 0,25 / \left( \lg \frac{\Delta_r}{3,7} \right)^2; \quad (\text{Г.7})$$

A, B – коэффициенты по таблицам 4-6, 4-7, стр. 196 [1] к формуле 4-156, стр. 195 [1] для определения коэффициента сопротивления на поворот  $\zeta_{\text{пов}}$ :

$$\zeta_{\text{пов}} = A \cdot B; \quad (\text{Г.8})$$

коэффициент сопротивления на вход  $\zeta_{\text{вх}}=0,5$  по таблице 4-25, стр.203 [1];

коэффициент сопротивления по длине  $\zeta_L$  по формуле 5-14, стр.213 [1]:

$$\zeta_L = \lambda \cdot L/D; \quad (\text{Г.9})$$

коэффициент сопротивления на сужение  $\zeta_c$  по формуле 4-151, стр.192 [1]:

$$\zeta_c = 0,5 \cdot \left( 1 - \frac{\omega_2}{\omega_1} \right); \quad (\text{Г.10})$$

потеря напора  $h$  по формуле 5-8, стр.213 [1]:

$$h = \zeta \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}; \quad (\text{Г.11})$$

**Таблица Г.1 – Потери напора в шандорном колодце (2 водоприемника)**

Участок	D, м	L, м	угол	Q, м <sup>3</sup> /с	$\omega$ , м <sup>2</sup>	v, м/с	$\Delta$ , мм	$\Delta_r$	$\lambda$	A	B	$\zeta$	h, м
вход	2,0	–	–	5,85	3,14	1,86	–	–	–	–	–	0,500	0,09
по длине 1	2,0	4	–	5,85	3,14	1,86	0,1	$5 \cdot 10^{-5}$	0,0105	–	–	0,021	0,004
по длине 2	1,4	4,6	–	5,85	1,54	3,80	0,1	$7,14 \cdot 10^{-5}$	0,0112	–	–	0,037	0,03
сужение 1-2	1,4	–	–	5,85	1,54	3,80	–	–	–	–	–	0,255	0,19
поворот	1,4	–	90°	5,85	1,54	3,80	–	–	–	1,2	0,99	1,188	0,87
Итого													1,18

**Таблица Г.2 – Потери напора в водоподводящих коллекторах (2 нитки)**

Участок	D, м	L, м	угол	Q, м <sup>3</sup> /с	$\omega$ , м <sup>2</sup>	v, м/с	$\Delta$ , мм	$\Delta_r$	$\lambda$	A	B	$\zeta$	h, м
по длине	1,4	2060	–	5,85	1,54	3,80	0,1	$7,14 \cdot 10^{-5}$	0,0112	–	–	16,55	12,18

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>162</b>
-------------	---	------------

Участок	D, м	L, м	угол	Q, м³/с	ω, м²	v, м/с	Δ, мм	Δ <sub>r</sub>	λ	A	B	ζ	h, м
поворот 1	1,4	–	30°	5,85	1,54	3,80	–	–	–	2,22	0,07	0,155	0,11
поворот 2	1,4	–	50°	5,85	1,54	3,80	–	–	–	1,75	0,24	0,420	0,31
поворот 3	1,4	–	30°	5,85	1,54	3,80	–	–	–	2,22	0,07	0,155	0,11
поворот 4	1,4	–	60°	5,85	1,54	3,80	–	–	–	1,5	0,37	0,555	0,41
поворот 5	1,4	–	90°	5,85	1,54	3,80	–	–	–	1,2	0,99	1,188	0,87
тройник	1,4	–	90°	5,85	1,54	3,80	–	–	–	1,2	0,99	1,188	0,87
Итого													14,88

**Таблица Г.3 – Потери напора в водосбросной трубе**

Участок	D, м	L, м	угол	Q, м³/с	ω, м²	v, м/с	Δ, мм	Δ <sub>r</sub>	C	A	B	ζ	h, м
по длине 1	1,4	22	–	11,7	1,54	7,60	0,1	7,14*10 <sup>-5</sup>	0,0112	–	–	0,177	0,52
поворот 1	1,4	–	90°	11,7	1,54	7,60	–	–	–	1,2	0,99	1,188	3,50
поворот 2	1,4	–	90°	11,7	1,54	7,60	–	–	–	1,2	0,99	1,188	3,50
по длине 2	1,4	1150	–	11,7	1,54	7,60	0,1	7,14*10 <sup>-5</sup>	0,0112	–	–	9,240	27,21
поворот 3	1,4	–	90°	11,7	1,54	7,60	–	–	–	1,2	0,99	1,188	3,50
поворот 4	1,4	–	50°	11,7	1,54	7,60	–	–	–	1,75	0,24	0,420	1,24
поворот 5	1,4	–	50°	11,7	1,54	7,60	–	–	–	1,75	0,24	0,420	1,24
поворот 6	1,4	–	40°	11,7	1,54	7,60	–	–	–	1,99	0,14	0,279	0,82
Итого													41,51

Проверяя полученное значение расхода Q=11,7 м³/с через формулу Г.5 получаем:

$$H = 1,18 + 14,88 + 41,51 + \frac{7,60^2}{2 \cdot 9,81} = 60,52 \text{ м,}$$

что, в целом, соответствует исходным данным.

### **Выводы:**

Максимальная пропускная способность системы при самотечном сбросе паводковых расходов (без участия водоводов оборотного водоснабжения) составляет 11,7 м³/с, что позволяет пропустить расходы основного и поверочного расчетных случаев для водотоков, впадающих непосредственно во 2 поле, но меньше расходов основного и поверочного расчетных случаев с учетом перекачки расходов р. Можель, следовательно, для пропуска данных расходов необходимо использовать, в том числе, и выпуски опорожнения водоводов оборотного водоснабжения.

Следует отметить что данный расчет выполнен для уровня воды 288,00 м, что соответствует максимальному уровню воды согласно действующим критериям без-

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>163</b>
-------------	---	------------

опасности 2 поля хвостохранилища. При росте уровня воды в хвостохранилище в процессе наращивания ограждающей дамбы, максимальная пропускная способность системы при самотечном сбросе паводковых расходов будет расти и составит 14,17 м<sup>3</sup>/с на конец эксплуатации хвостохранилища при уровне воды 316,00 м.

## **Г.2 Расчет с учетом работы выпусков опорожнения водоводов оборотного водоснабжения на пропуск паводка**

### **Исходные данные**

Исходные данные аналогичны п. Г.1;

Количество ниток водоводов оборотного водоснабжения – 2;

Отметка оси выходного сечения выпуска № 1 (ПК6+50,00) – 239,80 м:

$$H_{\text{Вып.1}} = \nabla_{\text{УВ}} - \nabla_{\text{Ц}} = 288,00 - 239,80 = 48,2 \text{ м};$$

Отметка оси выходного сечения выпуска № 2 (ПК17+50,00) – 231,90 м:

$$H = \nabla_{\text{УВ}} - \nabla_{\text{Ц}} = 288,00 - 231,90 = 56,1 \text{ м}.$$

Геометрия профиля водоводов оборотного водоснабжения (см. комплект 5102-19025-П-01-ИОС.ТХ2-053.13.01, том 5.7.2) позволяет использовать только выпуски № 1 и № 2 для пропуска расходов из хвостохранилища в самотечном режиме работы.

Необходимо определить пропускную способность системы, состоящей из шандорного колодца, водоподводящих железобетонных коллекторов, водосбросной трубы во вторичный отстойник, байпаса на коллекторе НОВ–3 и участка водоводов оборотного водоснабжения до выпусков № 2 и проверить ее достаточность для обеспечения пропуска расхода поверочного расчетного случая 0,01 % обеспеченности с учетом р. Можель  $Q_{0,01 \%} = 14,35 \text{ м}^3/\text{с}$ .

### **Расчет**

Расчет выполняется аналогично п. Г.1 итеративным подбором по формуле Г.5, задаваясь величиной расхода через шандорный колодец и вычитая из него расход, выпусков для опорожнения водоводов оборотного водоснабжения. В результате расчетов получена максимальная пропускная способность указанной выше системы – 15,0 м<sup>3</sup>/с, а также расходы через водосбросную трубу во вторичный отстойник – 10,0 м<sup>3</sup>/с и через выпуски для опорожнения водоводов оборотного водоснабжения № 1 – 1,5 м<sup>3</sup>/с (суммарно) и № 2 – 3,5 м<sup>3</sup>/с (суммарно). Результаты расчетов потерь напора по элементам системы приведены в таблицах Г.4 – Г.9.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>164</b>
-------------	---	------------



**Таблица Г.4 – Потери напора в шандорном колодце (2 водоприемника)**

Участок	D, м	L, м	угол	Q, м <sup>3</sup> /с	ω, м <sup>2</sup>	v, м/с	Δ, мм	Δ <sub>r</sub>	λ	A	B	ζ	h, м
вход	2,0	–	–	7,5	3,14	2,39	–	–	–	–	–	0,500	0,15
по длине 1	2,0	4	–	7,5	3,14	2,39	0,1	5*10 <sup>-5</sup>	0,0105	–	–	0,021	0,01
по длине 2	1,4	4,6	–	7,5	1,54	4,87	0,1	7,14*10 <sup>-5</sup>	0,0112	–	–	0,037	0,04
сужение 1-2	1,4	–	–	7,5	1,54	4,87	–	–	–	–	–	0,255	0,31
поворот	1,4	–	90°	7,5	1,54	4,87	–	–	–	1,2	0,99	1,188	1,44
Итого													1,94

**Таблица Г.5 – Потери напора в водоподводящих коллекторах (2 нитки)**

Участок	D, м	L, м	угол	Q, м <sup>3</sup> /с	ω, м <sup>2</sup>	v, м/с	Δ, мм	Δ <sub>r</sub>	λ	A	B	ζ	h, м
по длине	1,4	2060	–	7,5	1,54	4,87	0,1	7,14*10 <sup>-5</sup>	0,0112	–	–	16,55	20,02
поворот 1	1,4	–	30°	7,5	1,54	4,87	–	–	–	2,22	0,07	0,155	0,19
поворот 2	1,4	–	50°	7,5	1,54	4,87	–	–	–	1,75	0,24	0,420	0,51
поворот 3	1,4	–	30°	7,5	1,54	4,87	–	–	–	2,22	0,07	0,155	0,19
поворот 4	1,4	–	60°	7,5	1,54	4,87	–	–	–	1,5	0,37	0,555	0,67
поворот 5	1,4	–	90°	7,5	1,54	4,87	–	–	–	1,2	0,99	1,188	1,44
тройник	1,4	–	90°	7,5	1,54	4,87	–	–	–	1,2	0,99	1,188	1,44
Итого													24,46

**Таблица Г.6 – Потери напора в водосбросной трубе**

Участок	D, м	L, м	угол	Q, м <sup>3</sup> /с	ω, м <sup>2</sup>	v, м/с	Δ, мм	Δ <sub>r</sub>	C	A	B	ζ	h, м
по длине 1	1,4	22	–	10,0	1,54	6,50	0,1	7,14*10 <sup>-5</sup>	0,0112	–	–	0,177	0,38
поворот 1	1,4	–	90°	10,0	1,54	6,50	–	–	–	1,2	0,99	1,188	2,56
поворот 2	1,4	–	90°	10,0	1,54	6,50	–	–	–	1,2	0,99	1,188	2,56
по длине 2	1,4	1150	–	10,0	1,54	6,50	0,1	7,14*10 <sup>-5</sup>	0,0112	–	–	9,240	19,87
поворот 3	1,4	–	90°	10,0	1,54	6,50	–	–	–	1,2	0,99	1,188	2,56
поворот 4	1,4	–	50°	10,0	1,54	6,50	–	–	–	1,75	0,24	0,420	0,90
поворот 5	1,4	–	50°	10,0	1,54	6,50	–	–	–	1,75	0,24	0,420	0,90
поворот 6	1,4	–	40°	10,0	1,54	6,50	–	–	–	1,99	0,14	0,279	0,60
Итого													30,33

**Таблица Г.7 – Потери напора в коллекторе НОВ–3**

Участок	D, м	L, м	угол	Q, м <sup>3</sup> /с	ω, м <sup>2</sup>	v, м/с	Δ, мм	Δ <sub>r</sub>	C	A	B	ζ	h, м
по длине 1	1,4	60	–	5,0	1,54	3,25	0,1	7,14*10 <sup>-5</sup>	0,0112	–	–	0,482	0,26
поворот 1	1,4	–	90°	5,0	1,54	3,25	–	–	–	1,2	0,99	1,188	0,64
поворот 2	1,4	–	90°	5,0	1,54	3,25	–	–	–	1,2	0,99	1,188	0,64
Итого													1,54

**Таблица Г.8 – Потери напора до выпуска опорожнения № 1 водоводов оборотного водоснабжения (2 нитки)**

Участок	D, м	L, м	угол	Q, м <sup>3</sup> /с	ω, м <sup>2</sup>	v, м/с	Δ, мм	Δ <sub>r</sub>	C	A	B	ζ	h, м
тройник 1 (поворот 1)	1,4	–	90°	2,5	1,54	1,62	–	–	–	1,2	0,99	1,188	0,16
сужение 1,4 – 1,2	1,2	–	–	2,5	1,13	2,21	–	–	–	–	–	0,133	0,03
пов. 1 x 4	1,2	–	90°	2,5	1,13	2,21	–	–	–	1,2	0,99	4,752	1,18
пов. 2 x 2	1,2	–	45°	2,5	1,13	2,21	–	–	–	1,87	1,17	4,376	1,09
по длине 1	1,2	650	–	2,5	1,13	2,21	0,1	8,33*10 <sup>-5</sup>	0,0116	–	–	6,27	1,56
тройник 2	1,2	–	–	2,5	1,13	2,21	–	–	–	–	–	8,115	2,02
по длине 2	0,3	20	–	0,75	0,07	10,61	0,1	33,3*10 <sup>-5</sup>	0,0153	–	–	1,018	5,84
поворот 3	0,3	–	40°	0,75	0,07	10,61	–	–	–	1,99	0,14	0,279	1,60
Итого													13,49

**Таблица Г.9 – Потери напора до выпуска опорожнения № 2 водоводов оборотного водоснабжения (2 нитки)**

Участок	D, м	L, м	угол	Q, м <sup>3</sup> /с	ω, м <sup>2</sup>	v, м/с	Δ, мм	Δ <sub>r</sub>	C	A	B	ζ	h, м
по длине 1	1,2	1100	–	1,75	1,13	1,55	0,1	8,33*10 <sup>-5</sup>	0,0116	–	–	11,67	1,42
поворот 1 (тройник)	1,2	–	–	1,75	1,13	1,55	–	–	–	–	–	22,42	2,74
по длине 2	0,4	20	–	1,75	0,13	13,93	0,1	25,0*10 <sup>-5</sup>	0,0144	–	–	0,719	7,10
поворот 2	0,4	–	40°	1,75	0,13	13,93	–	–	–	1,99	0,14	0,279	2,75
Итого													14,02

Проверяя полученные значения расходов в шандорном колодце и водоподводящих коллекторах  $Q_{шк}=Q_{колл}=15,0$  м<sup>3</sup>/с, водосбросной трубе  $Q_{вт}=10,0$  м<sup>3</sup>/с, выпусках № 1  $Q_{вып.1}=0,75$  м<sup>3</sup>/с и выпусках № 2  $Q_{вып.2}=1,75$  м<sup>3</sup>/с через формулу Г.5 получаем:

$$H_{вт} = 1,94 + 24,46 + 30,33 + \frac{6,5^2}{2 \cdot 9,81} = 58,9 \text{ м,}$$

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>166</b>
-------------	---	------------

$$H_{\text{вып.1}} = 1,94 + 24,46 + 1,54 + 13,49 + \frac{10,61^2}{2 \cdot 9,81} = 47,2 \text{ м,}$$

$$H_{\text{вып.2}} = 1,94 + 24,46 + 1,54 + 4,03 + 14,02 + \frac{13,93^2}{2 \cdot 9,81} = 55,9 \text{ м,}$$

что, в целом, соответствует исходным данным.

### **Выводы:**

При отсутствии возможности аккумуляирования паводкового стока в хвостохранилище, весь паводковый расход поверочного расчетного случая может быть сброшен во вторичный отстойник через систему оборотного водоснабжения в самотечном режиме. Для этого потребуется помимо водосбросной трубы во вторичный отстойник использовать также выпуски для опорожнения водоводов оборотного водоснабжения № 1 и № 2. Максимальная пропускная способность такой системы составит 15,0 м<sup>3</sup>/с, что превышает расход поверочного расчетного случая  $Q_{0,01 \%} = 14,35 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Самотечный режим сброса паводковых расходов рассмотрен в качестве наихудшего сценария, например, на случай отсутствия электропитания НОВ-3. В обычном режиме работы НОВ-3 сброс паводковых расходов будет осуществляться через водосбросную трубу во вторичный отстойник, а также, в случае необходимости, за счет работы насосов НОВ-3 через выпуски опорожнения водоводов оборотного водоснабжения. В таком случае, суммарный расход через водоводы оборотного водоснабжения будет регулироваться насосами, а соотношение расходов, забираемых на ОФ и сбрасываемых через выпуски опорожнения будет регулироваться открытием задвижек на выпусках опорожнения водоводов.

## **Г.3 Расчет пропускной способности шандорного колодца при различных напорах**

### **Исходные данные:**

Диаметр шандорного кольца  $D_{\text{шк}} = 2,6 \text{ м}$ ;

Толщина шандорного кольца  $\delta_{\text{шк}} = 0,3 \text{ м}$ ;

Глубина воды перед шандорным колодцем  $s_{\text{в}} = 3,0 \text{ м}$ .

Определим пропускную способность шандорного колодца при различных напорах и режимах работы, условно названных «напорный» и «безнапорный».

### **Расчет**

Согласно классификации водосливов шандорный колодец является кольцевым водосливом, при этом, в зависимости от напора, это будет водослив с тонкой стенкой, с широким порогом или со стенкой прямоугольного поперечного профиля.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>167</b>
-------------	---	------------

Тип водослива определяется по формулам 3 и 4, стр.5 [2]:

– водослив с тонкой стенкой:

$$\delta_{\text{шк}} \leq 0,5 \cdot H; \quad (\text{Г.12})$$

– водослив с широким порогом:

$$2 \cdot H \leq \delta_{\text{шк}} \leq 8 \cdot H; \quad (\text{Г.13})$$

Таким образом, при напоре  $H \geq 0,6$  м – будет иметь место кольцевой водослив с тонкой стенкой, в диапазоне напоров  $0,15 \text{ м} < H < 0,6$  м – со стенкой прямоугольного поперечного профиля, а при напоре  $H \leq 0,15$  м – с широким порогом.

### «Безнапорный» режим

При «безнапорном» режиме шандорный колодец во входном сечении не затоплен, т.е. водослив не подтоплен. Пропускная способность в этом случае рассчитывается по формуле 8, стр. 8 [2]:

$$Q = m \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{3/2}, \quad (\text{Г.14})$$

где:  $H$  – напор над порогом водослива (шандорным кольцом);

$b$  – ширина водосливного фронта:

$$b = \pi \cdot D_{\text{шк}} = 3,14 \cdot 2,6 = 8,17 \text{ м};$$

$m$  – коэффициент расхода водослива:

– для водослива с широким порогом  $m$  определяется по таблице 3, стр. 19 и графику рис. 15, стр. 18 [2];

– для водослива с тонкой стенкой  $m$  определяется по формуле 9, стр. 8 [2];

$$m = 0,402 + 0,054 \cdot \frac{H}{c_B}; \quad (\text{Г.15})$$

– для водослива со стенкой прямоугольного поперечного профиля  $m$  определяется по формуле 81, стр. 37 [2]:

$$m = 0,42 \cdot \sigma_H, \quad (\text{Г.16})$$

где:  $\sigma_H$  определяется по формуле 82, стр. 37 [2]:

$$\sigma_H = 0,700 + 0,185 \cdot H / \delta_{\text{шк}} \quad (\text{Г.17})$$

Кроме того, так как шандорный колодец является кольцевым водосливом, коэффициент расхода определяется по формуле 27, стр. 18 [3]:

$$m_{\text{шк}} = m \cdot \sigma_{H/R} \cdot \sigma_{l/D} \cdot \sigma_{c_B/H} \cdot \sigma_{\text{пвк}} \quad (\text{Г.18})$$

где:  $\sigma_{H/R}$  – коэффициент, учитывающий радиус кривизны гребня водосливной стенки в плане, определяется по формуле 28, стр. 18 [3]:

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>168</b>
-------------	---	------------

$$\sigma_{H/R} = 0,80 + 0,1 \cdot \sqrt[4]{R_{\text{шк}}/H - 1} \quad (\text{Г.19})$$

$\sigma_{l/D}$  – коэффициент, учитывающий влияние подходного канала, т.к. его нет,  $\sigma_{l/D}=1$ ;

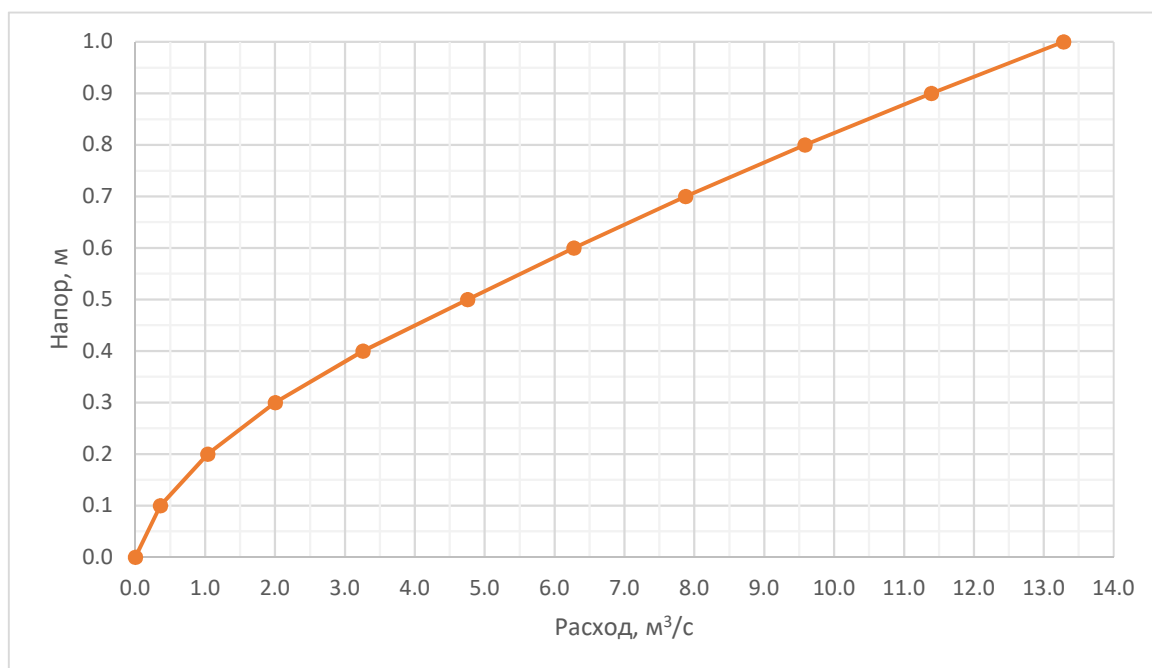
$\sigma_{св/H}$  – коэффициент, учитывающий влияние высоты переливной стенки по рис. 14б, стр. 17 [3];

$\sigma_{\text{пвк}}$  – коэффициент, учитывающий влияние противоводоворотной конструкции, т.к. подвод воды симметричный и подходного канала нет,  $\sigma_{\text{пвк}}=1$ .

Коэффициенты расхода и пропускная способность для различных напоров приведены в таблице Г.10, кривая пропускной способности в «безнапорном» режиме – на рисунке Г.1.

**Таблица Г.10 – Коэффициенты расхода и пропускная способность в «безнапорном» режиме**

Н, м	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$m_{\text{шк}}$	0,402	0,316	0,320	0,337	0,356	0,372	0,373	0,372	0,370	0,369	0,367
Q, м <sup>3</sup> /с	0,00	0,36	1,03	2,00	3,26	4,76	6,27	7,87	9,58	11,39	13,28



**Рисунок Г.1 – Кривая пропускной способности в «безнапорном» режиме**

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>169</b>
-------------	---	------------

### «Напорный» режим

«Напорный» режим является проектным режимом работы шандорного колодца. При этом уровень воды в колодце выше шандорного кольца, т.е. водослив подтоплен. Пропускная способность в этом случае также рассчитывается по формуле Г.14, в коэффициенте расхода учитывается подтопление водослива по формуле 20, стр. 12 [2]:

$$m_{\text{шкп}} = \sigma_{\text{п}} \cdot m_{\text{шк}}, \quad (\text{Г.20})$$

где:  $\sigma_{\text{п}}$  – коэффициент подтопления по формуле 21, стр. 13 [2]:

$$\sigma_{\text{п}} = 1,05 \cdot \left(1 + 0,2 \cdot \frac{h_{\text{п}}}{c}\right) \cdot \sqrt[3]{\frac{z}{H}}, \quad (\text{Г.21})$$

где:  $h_{\text{п}}$  – величина подтопления от шандорного кольца;

$z$  – перепад уровней на вход в шандорный колодец.

Результаты расчетов пропускной способности при различных напорах и значениях перепада на входе в шандорный колодец приведены в таблице Г.11.

**Таблица Г.11 – Пропускная способность в «напорном» режиме**

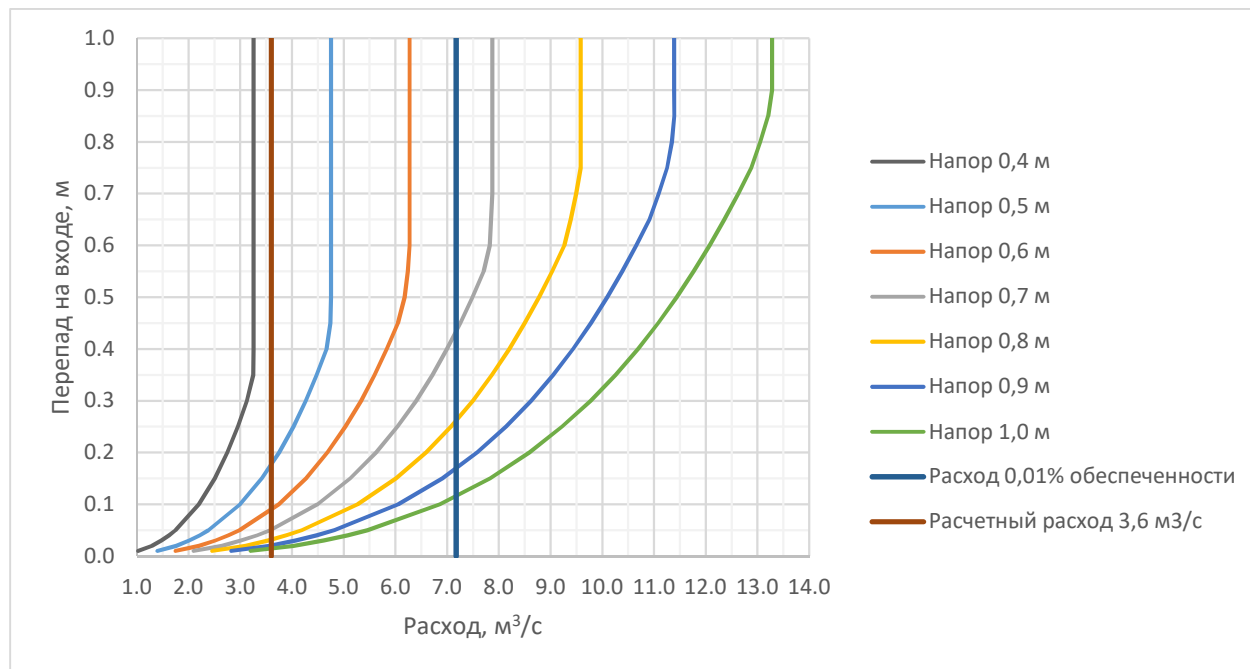
Напор / перепад, м	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
0,4 м	1,03	1,29	1,48	1,63	1,75	2,20	2,51	2,75	2,95	3,13	3,25	–
0,5 м	1,40	1,76	2,02	2,22	2,39	3,00	3,42	3,75	4,03	4,27	4,48	4,67
0,6 м	1,75	2,20	2,52	2,77	2,98	3,75	4,27	4,69	5,04	5,33	5,60	5,83
0,7 м	2,10	2,64	3,02	3,32	3,58	4,49	5,13	5,63	6,04	6,40	6,71	7,00
0,8 м	2,46	3,10	3,54	3,89	4,19	5,27	6,01	6,59	7,08	7,50	7,87	8,20
0,9 м	2,83	3,56	4,07	4,48	4,82	6,06	6,91	7,58	8,14	8,62	9,05	9,43
1,0 м	3,20	4,03	4,61	5,07	5,46	6,86	7,83	8,59	9,22	9,77	10,25	10,69

**Таблица Г.11. Продолжение**

Напор / перепад, м	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
0,4 м	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,5 м	4,74	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,6 м	6,05	6,18	6,24	–	–	–	–	–	–	–	–	–
0,7 м	7,25	7,49	7,70	7,83	7,85	–	–	–	–	–	–	–
0,8 м	8,50	8,77	9,03	9,26	9,39	9,49	9,58	–	–	–	–	–
0,9 м	9,78	10,09	10,39	10,66	10,91	11,09	11,25	11,34	11,39	–	–	–
1,0 м	11,08	11,44	11,77	12,08	12,36	12,63	12,88	13,05	13,21	13,28	13,28	–

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>170</b>
-------------	---	------------

Кривые пропускной способности шандорного колодца при различных напорах приведены на рисунке Г.2.



**Рисунок Г.2 – Кривые пропускной способности шандорного колодца при различных напорах**

### **Выводы:**

Анализ графиков на рисунках Г.1 и Г.2 показывает:

1. Необходимая проектная пропускная способность шандорного колодца обеспечивается при напоре над шандорным кольцом 0,425 м.
2. Устойчивый напорный режим работы системы оборотного водоснабжения обеспечивается при напорах 0,5 м и более.
3. Пропуск паводковых расходов 0,01% обеспеченности возможен при напоре над шандорным кольцом более 0,7 м. При этом перепад на входе, соответствующий напору и пропускаемому расходу добавляется к потерям напора в расчетах Г.1 и Г.2.

### **Использованная литература:**

1. Чугаев Р.Р. Гидравлика: Учебник для вузов. – 4-е изд., доп. и перераб. – Л.: Энергоиздат. Ленингр. отд-ние, 1982. – 672 с., ил.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	171
------	---	-----



2. П 18-74 ВНИИГ, Рекомендации по гидравлическому расчету водосливов. Часть I. Прямые водосливы – Л: Ленинградское отделение издательство «Энергия», 1974. – 58 с., ил.
3. П 45-75 ВНИИГ, Рекомендации по гидравлическому расчету водосливов. Часть II. Косые, боковые, криволинейные и кольцевые водосливы – Л: Типография ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 1976. – 23 с., ил.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>172</b>
-------------	---	------------

## Приложение Д

### Гидравлический расчет расходомерных водосливов узлов учета (справочное)

#### **Исходные данные:**

В качестве расходомерного водослива был выбран прямоугольный водослив с тонкой стенкой, так как с одной стороны он имеет достаточно простую конструкцию, а с другой, согласно таблице 2 [1], имеет весьма широкий диапазон работы по напорам, что обеспечит удобство и точность измерений.

Водослив № 1 – узел учета № 1, водослив № 2 – узлы учета № 2, № 3, № 4;

Тип водослива – прямоугольный с тонкой стенкой;

Ширина порога водослива  $b_1 = 1,4$  м;  $b_2 = 1,0$  м;

Высота порога водослива  $P_1 = P_2 = 1,1$  м;

Ширина водосливного канала  $B = 2,0$  м.

#### **Расчет**

Расход прямоугольного водослива с тонкой стенкой при напоре  $h$  определяется по расчетной формуле 11 [1]:

$$Q = 2,953 \cdot C_0 \cdot b_e \cdot h_e^{3/2}, \quad (\text{Д.1})$$

где:  $b_e$  – приведенная ширина порога водослива, при  $b > 0,3$  м:  $b_e = b$  (п. 4.4.5 [1]);

$h_e$  – приведенный напор,  $h_e = h + K_h$ ,

где:  $K_h$  – поправка, вводится при  $h < 0,1$  м,  $K_h = 0,001$  м (п. 4.4.5 [1]);

$C_0$  – коэффициент расхода, определяемый по формуле 13 [1]:

$$C_0 = a \cdot a' \cdot \frac{h}{P}, \quad (\text{Д.2})$$

где:  $a$  и  $a'$  – поправочные множители в зависимости от отношения  $b/B$  по таблице 3 [1].

Расчеты расхода через водослив № 1 при различных напорах приведены в таблице Д.1, через водослив № 2 – в таблице Д.2. Расходные характеристики водосливов № 1 и № 2 приведены на рисунках Д.1 и Д.2.

**Таблица Д.1 – Расчет расхода через водослив № 1 при различных напорах**

h, м	b=b <sub>e</sub> , м	B, м	P, м	b/B	K <sub>h</sub> , м	h <sub>e</sub> , м	a	a'	C <sub>0</sub>	Q, м <sup>3</sup> /с
0,03	1,4	2,0	1,1	0,7	0,001	0,031	0,594	0,030	0,595	0,01
0,05	1,4	2,0	1,1	0,7	0,001	0,051	0,594	0,030	0,595	0,03
0,07	1,4	2,0	1,1	0,7	0,001	0,071	0,594	0,030	0,596	0,05

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>173</b>
-------------	---	------------

h, м	b=b <sub>е</sub> , м	B, м	P, м	b/B	K <sub>н</sub> , м	h <sub>е</sub> , м	a	a'	C <sub>о</sub>	Q, м <sup>3</sup> /с
0,09	1,4	2,0	1,1	0,7	0,001	0,091	0,594	0,030	0,596	0,07
0,1	1,4	2,0	1,1	0,7	0	0,1	0,594	0,030	0,597	0,08
0,2	1,4	2,0	1,1	0,7	0	0,2	0,594	0,030	0,599	0,22
0,3	1,4	2,0	1,1	0,7	0	0,3	0,594	0,030	0,602	0,41
0,4	1,4	2,0	1,1	0,7	0	0,4	0,594	0,030	0,605	0,63
0,5	1,4	2,0	1,1	0,7	0	0,5	0,594	0,030	0,608	0,89
0,6	1,4	2,0	1,1	0,7	0	0,6	0,594	0,030	0,610	1,17
0,7	1,4	2,0	1,1	0,7	0	0,7	0,594	0,030	0,613	1,48
0,8	1,4	2,0	1,1	0,7	0	0,8	0,594	0,030	0,616	1,82
0,9	1,4	2,0	1,1	0,7	0	0,9	0,594	0,030	0,619	2,18
1,0	1,4	2,0	1,1	0,7	0	1,0	0,594	0,030	0,621	2,57
1,1	1,4	2,0	1,1	0,7	0	1,1	0,594	0,030	0,624	2,98
1,2	1,4	2,0	1,1	0,7	0	1,2	0,594	0,030	0,627	3,41
1,3	1,4	2,0	1,1	0,7	0	1,3	0,594	0,030	0,629	3,86
1,4	1,4	2,0	1,1	0,7	0	1,4	0,594	0,030	0,632	4,33

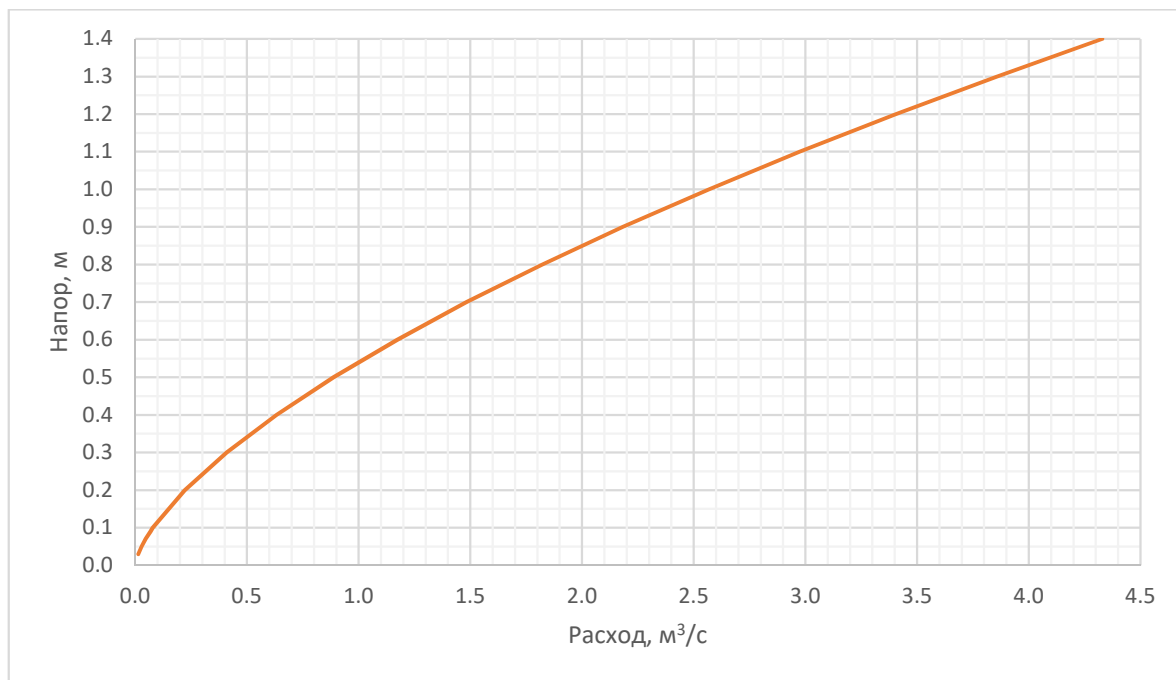
**Таблица Д.2 – Расчет расхода через водослив № 2 при различных напорах**

h, м	b=b <sub>е</sub> , м	B, м	P, м	b/B	K <sub>н</sub> , м	h <sub>е</sub> , м	a	a'	C <sub>о</sub>	Q, м <sup>3</sup> /с
0,03	1,0	2,0	1,1	0,500	0,001	0,031	0,592	0,0120	0,592	0,01
0,05	1,0	2,0	1,1	0,500	0,001	0,051	0,592	0,0120	0,593	0,02
0,07	1,0	2,0	1,1	0,500	0,001	0,071	0,592	0,0120	0,593	0,03
0,09	1,0	2,0	1,1	0,500	0,001	0,091	0,592	0,0120	0,593	0,05
0,1	1,0	2,0	1,1	0,500	0	0,1	0,592	0,0120	0,593	0,06
0,2	1,0	2,0	1,1	0,500	0	0,2	0,592	0,0120	0,594	0,16
0,3	1,0	2,0	1,1	0,500	0	0,3	0,592	0,0120	0,595	0,29
0,4	1,0	2,0	1,1	0,500	0	0,4	0,592	0,0120	0,596	0,45
0,5	1,0	2,0	1,1	0,500	0	0,5	0,592	0,0120	0,597	0,62
0,6	1,0	2,0	1,1	0,500	0	0,6	0,592	0,0120	0,599	0,82
0,7	1,0	2,0	1,1	0,500	0	0,7	0,592	0,0120	0,600	1,04
0,8	1,0	2,0	1,1	0,500	0	0,8	0,592	0,0120	0,601	1,27
0,9	1,0	2,0	1,1	0,500	0	0,9	0,592	0,0120	0,602	1,52
1,0	1,0	2,0	1,1	0,500	0	1,0	0,592	0,0120	0,603	1,78
1,1	1,0	2,0	1,1	0,500	0	1,1	0,592	0,0120	0,604	2,06
1,2	1,0	2,0	1,1	0,500	0	1,2	0,592	0,0120	0,605	2,35
1,3	1,0	2,0	1,1	0,500	0	1,3	0,592	0,0120	0,606	2,65
1,4	1,0	2,0	1,1	0,500	0	1,4	0,592	0,0120	0,607	2,97

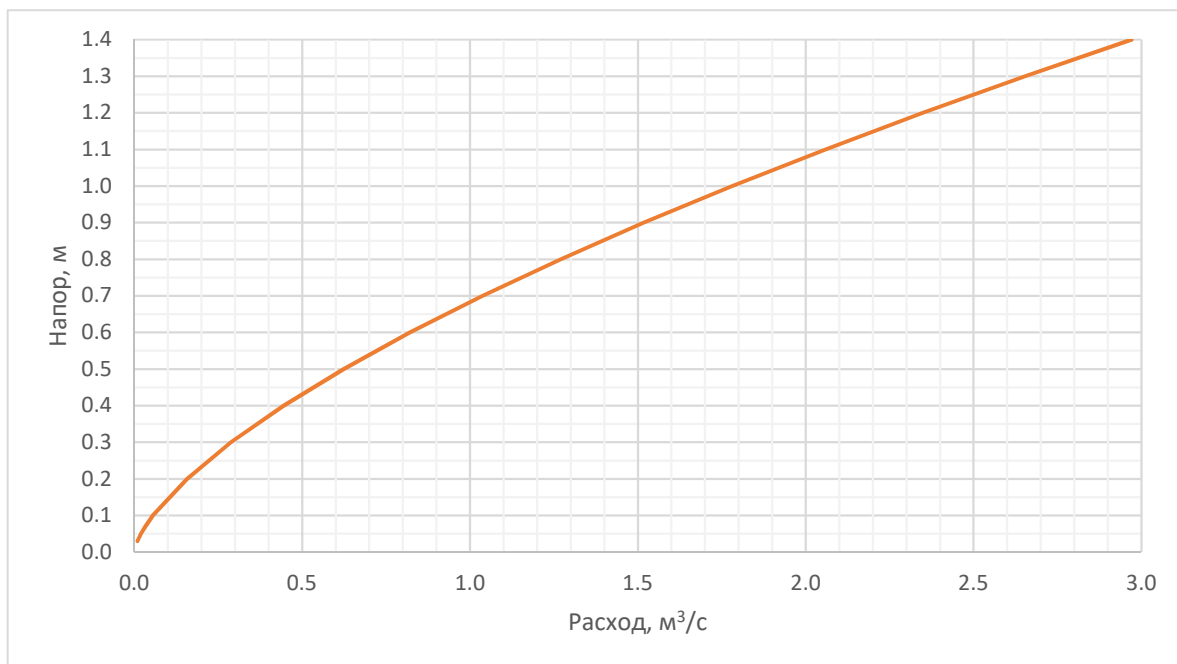
**Выводы:**

Водосливы № 1 и № 2 обеспечивают пропуск и позволяют измерить весь диапазон расчетных расходов ручьев Песчаный, Безымянный, Черный и Каменный.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>174</b>
-------------	---	------------



**Рисунок Д.1 – Кривая пропускной способности водослива № 1**



**Рисунок Д.2 – Кривая пропускной способности водослива № 2**

**Использованная литература:**

1. МИ 2406-97 ГСИ. Расход жидкости в открытых каналах систем водоснабжения и канализации. Методика выполнения измерений при помощи стандартных водосливов и лотков.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>175</b>
-------------	---	------------

**Приложение Е**  
**Водный баланс 2 поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК» на 2022 – 2045 гг.**  
 (справочное)

Водный баланс 2 поля хвостохранилища																											
№	Наименование	Ед. изм.	2022г.	2023г.	2024г.	2025г.	2026г.	2027г.	2028г.	2029г.	2030г.	2031г.	2032г.	2033г.	2034г.	2035г.	2036г.	2037г.	2038г.	2039г.	2040г.	2041г.	2042г.	2043г.	2044г.	2045г.	Всего
<b>I. Водопоступление</b>																											
1	Технологическая вода, поступающая в хвостохранилище с пульпой	млн.м <sup>3</sup>	121,17	117,48	110,79	112,53	136,73	123,59	126,27	131,26	102,27	102,21	103,42	99,71	98,03	97,35	99,00	97,85	98,87	98,61	104,64	106,82	105,02	100,98	94,15	54,91	2543,65
2	Вода, поступающая в виде жидких осадков на водосборную площадь 2 поля хвостохранилища	млн.м <sup>3</sup>	5,58	5,60	5,62	5,64	5,66	5,68	5,70	5,72	5,74	5,76	5,78	5,80	5,81	5,83	5,85	5,87	5,89	5,91	5,93	5,95	5,97	5,99	6,01	6,03	139,33
	Осадки	мм/год	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591	591
3	Поступление воды из 1 поля, в т.ч.:		5,18	5,31	5,43	5,55	5,67	5,79	5,91	6,04	6,16	6,28	6,40	6,52	6,65	6,77	6,89	7,01	7,13	7,25	7,38	7,50	7,62	7,74	7,86	7,98	158,03
	р. Можель	млн.м <sup>3</sup>	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	2,37	56,76
	возврат фильтрационных вод	млн.м <sup>3</sup>	0,00	0,12	0,24	0,37	0,49	0,61	0,73	0,85	0,97	1,10	1,22	1,34	1,46	1,58	1,70	1,83	1,95	2,07	2,19	2,31	2,43	2,56	2,68	2,80	33,60
	приток с водосборной площади 1 поля	млн.м <sup>3</sup>	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	2,82	67,66
4	Подпитка 2 поля свежей водой за счёт водных объектов, в т.ч.:		3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	3,97	95,36
	руч. Песчаный	млн.м <sup>3</sup>	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	44,65
	руч. Безымянный	млн.м <sup>3</sup>	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	25,73
	руч. Черный, руч. Каменный	млн.м <sup>3</sup>	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	24,98
5	<b>Итого, приход воды в хвостохранилище</b>	<b>млн.м<sup>3</sup>/в год</b>	<b>135,91</b>	<b>132,36</b>	<b>125,81</b>	<b>127,69</b>	<b>152,04</b>	<b>139,03</b>	<b>141,86</b>	<b>146,98</b>	<b>118,14</b>	<b>118,22</b>	<b>119,57</b>	<b>116,00</b>	<b>114,46</b>	<b>113,93</b>	<b>115,72</b>	<b>114,71</b>	<b>115,87</b>	<b>115,75</b>	<b>121,92</b>	<b>124,24</b>	<b>122,58</b>	<b>118,69</b>	<b>112,00</b>	<b>72,90</b>	<b>2936,37</b>
<b>II. Потери воды</b>																											
6	Испарение с площади отстойного пруда	млн.м <sup>3</sup>	0,58	0,60	0,62	0,63	0,65	0,67	0,68	0,70	0,72	0,73	0,75	0,77	0,78	0,80	0,82	0,83	0,85	0,87	0,88	0,90	0,92	0,93	0,95	0,97	18,61
	Испарение с поверхности воды	мм/год	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224	224
7	Испарение с площади пляжа	млн.м <sup>3</sup>	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,95	0,95	0,96	0,96	0,96	0,97	0,97	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	1,00	1,00	1,01	1,01	23,09
	Испарение с поверхности суши	мм/год	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156
8	Вода остающаяся в порах хвостовых отложений	млн.м <sup>3</sup>	3,71	3,67	3,63	3,41	3,22	3,74	3,16	3,29	2,56	2,56	2,59	2,50	2,45	2,44	2,48	2,45	2,47	2,47	2,62	2,67	2,63	2,53	2,36	1,37	66,95
9	Фильтрация из отстойного пруда в сторону 1 поля	млн.м <sup>3</sup>	0,00	0,12	0,24	0,37	0,49	0,61	0,73	0,85	0,97	1,10	1,22	1,34	1,46	1,58	1,70	1,83	1,95	2,07	2,19	2,31	2,43	2,56	2,68	2,80	33,60
10	Фильтрация из отстойного пруда в сторону Вторичного отстойника	млн.м <sup>3</sup>	2,52	2,61	2,71	2,80	2,89	2,99	3,08	3,17	3,27	3,36	3,45	3,55	3,64	3,74	3,83	3,92	4,02	4,11	4,20	4,30	4,39	4,48	4,58	4,67	86,28
11	Оборотная вода	млн.м <sup>3</sup>	107,85	104,56	97,49	99,02	124,43	109,99	114,91	119,46	93,07	93,01	94,11	90,74	89,20	88,59	90,09	89,04	89,97	89,74	95,22	97,20	95,57	91,90	85,68	49,97	2300,80
12	Сброс воды из хвостохранилища во Вторичный отстойник	млн.м <sup>3</sup>	19,40	19,31	19,21	19,12	19,03	18,93	18,84	18,75	17,85	17,76	17,66	16,57	16,48	15,38	15,29	15,20	16,10	16,01	15,92	15,82	15,73	15,64	14,54	12,45	406,99
13	<b>Итого, расход воды из хвостохранилища</b>	<b>млн.м<sup>3</sup></b>	<b>134,97</b>	<b>131,78</b>	<b>124,83</b>	<b>126,27</b>	<b>151,63</b>	<b>137,86</b>	<b>142,34</b>	<b>147,16</b>	<b>119,38</b>	<b>119,47</b>	<b>120,74</b>	<b>116,42</b>	<b>114,99</b>	<b>113,49</b>	<b>115,18</b>	<b>114,25</b>	<b>116,34</b>	<b>116,25</b>	<b>122,02</b>	<b>124,20</b>	<b>122,67</b>	<b>119,04</b>	<b>111,79</b>	<b>73,25</b>	<b>2936,32</b>
<b>III. Складирование</b>																											
14	Объем воды в пруде-отстойнике в начале года	млн.м <sup>3</sup>	10,35	11,30	11,87	12,85	14,27	14,67	15,84	15,36	15,18	13,94	12,69	11,52	11,11	10,58	11,01	11,55	12,00	11,53	11,03	10,93	10,97	10,88	10,53	10,74	
15	Баланс воды в пруде-отстойнике на конец года	млн.м <sup>3</sup>	11,30	11,87	12,85	14,27	14,67	15,84	15,36	15,18	13,94	12,69	11,52	11,11	10,58	11,01	11,55	12,00	11,53	11,03	10,93	10,97	10,88	10,53	10,74	10,40	
16	Объем хвостов (Твердое)	млн.м <sup>3</sup>	9,27	9,17	9,09	8,52	8,04	9,35	7,90	8,21	6,40	6,40	6,47	6,24	6,13	6,09	6,19	6,12	6,19	6,17	6,55	6,68	6,57	6,32	5,89	3,44	167,39
17	Объем хвостов, поданных на складирование в чашу на конец года	млн.м <sup>3</sup>	0,00	9,27	18,43	27,52	36,03	44,07	53,43	61,33	69,54	75,94	82,34	88,81	95,04	101,18	107,27	113,46	119,59	125,77	131,94	138,49	145,17	151,74	158,06	163,95	167,39
18	<b>Общий объем складирования, Т+Ж</b>	<b>млн.м<sup>3</sup></b>	<b>20,56</b>	<b>30,30</b>	<b>40,37</b>	<b>50,30</b>	<b>58,75</b>	<b>69,27</b>	<b>76,69</b>	<b>84,72</b>	<b>89,88</b>	<b>95,02</b>	<b>100,32</b>	<b>106,15</b>	<b>111,76</b>	<b>118,28</b>	<b>125,01</b>	<b>131,59</b>	<b>137,30</b>	<b>142,98</b>	<b>149,41</b>	<b>156,14</b>	<b>162,62</b>	<b>168,59</b>	<b>174,69</b>	<b>177,78</b>	

Водный баланс вторичного отстойника																											
№	Наименование	Ед. изм.	2022г.	2023г.	2024г.	2025г.	2026г.	2027г.	2028г.	2029г.	2030г.	2031г.	2032г.	2033г.	2034г.	2035г.	2036г.	2037г.	2038г.	2039г.	2040г.	2041г.	2042г.	2043г.	2044г.	2045г.	Всего
<b>I. Водопоступление</b>																											
1	Сброс воды из 2 поля хвостохранилища	млн.м <sup>3</sup>	19,40	19,31	19,21	19,12	19,03	18,93	18,84	18,75	17,85	17,76	17,66	16,57	16,48	15,38	15,29	15,20	16,10	16,01	15,92	15,82	15,73	15,64	14,54	12,45	406,99
2	Фильтрация из 2 поля хвостохранилища	млн.м <sup>3</sup>	2,52	2,61	2,71	2,80	2,89	2,99	3,08	3,17	3,27	3,36	3,45	3,55	3,64	3,74	3,83	3,92	4,02	4,11	4,20	4,30	4,39	4,48	4,58	4,67	86,28
3	Осадки	млн.м <sup>3</sup>	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	6,97
<b>II. Потери воды</b>																											
4	Фильтрационные потери	млн.м <sup>3</sup>	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	7,20
5	Испарение с водной поверхности	млн.м <sup>3</sup>	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	2,64
6	<b>Баланс воды во Вторичном отстойнике (сброс в р. Н.Ковдора)</b>	<b>млн.м<sup>3</sup></b>	<b>21,80</b>	<b>21,80</b>	<b>21,80</b>	<b>21,80</b>	<b>21,80</b>	<b>21,80</b>	<b>21,80</b>	<b>21,80</b>	<b>21,00</b>	<b>21,00</b>	<b>21,00</b>	<b>20,00</b>	<b>20,00</b>	<b>19,00</b>	<b>19,00</b>	<b>19,00</b>	<b>20,00</b>	<b>20,00</b>	<b>20,00</b>	<b>20,00</b>	<b>20,00</b>	<b>20,00</b>	<b>19,00</b>	<b>17,00</b>	<b>490,40</b>



**Приложение Ж**  
**Сводная общая расчетная списочная численность персонала цеха хвостового хозяйства (ЦХХ) Ковдорского ГОКа**  
**с учетом реконструкции и строительства новых объектов**  
*(справочное)*

Код выпуска ЕТКС	ОКПДТР	Наименование профессии (по ЕТКС)	Пол: М - мужской, Ж - женский	Категория персонала (1-руководитель, 2-специалист, 3-служащий, 4-рабочий)	Разряд	Категория работ по уровню энергозатрат по СанПиН 2.2.4.3359-16	Разряд зрительных работ по СП 62.13330.2016	Группа производственных процессов по СП 44.13330.2011	Явочная численность работающих		Общая численность в сутки, чел.	Коэффициент списочного состава	Расчетная списочная численность, чел.	Рабочее место	Режим работы	Характеристика работ	Обоснование численности	Примечание	
									По сменам	Явочная численность в сутки, чел.									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<b>Управленческий аппарат</b>																			
ЕКС	21589	Начальник ЦХХ	М	1		Іб	Б-1	1а	1	1	1	1,25	1		Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции			
ЕКС	20755	Главный инженер ЦХХ	М	1		Іб	Б-1	1а	1	1	1	1,25	1		Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции			
01	12759	Кладовщик ЦХХ	М	4	2	ІІа	ІVв	1б	1	1	1	1,3	1		Пятидневный, односменный (36-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расстановка		
04	15948	Оператор пульта управления ЦХХ	Ж/М	4	5	Іб	ІІІа	1а	1	1	2	4	1,3	5	Двухсменный, четырехбригадный, скользящий с чередованием смен (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расстановка		
<b>Итого:</b>									<b>4</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>8</b>						
<b>Технологический участок</b>																			
ЕКС	25080	Начальник участка	М	1		Іб	Б-1	1б	1	1	1	1,25	1		Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции			
ЕКС	23796	Мастер смены	М	1		Іб	ІVв	1б	1	1	2	4	1,25	5	Двухсменный, четырехбригадный, скользящий с чередованием смен (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
01	13910	Машинист насосных установок	М/Ж	4	3/4	IIб	IVв	16	2	2	4	8	1,3	9	ПНС-1А	Двухсменный, четырехбригадный, скользящий с чередованием смен (40 (36)-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расчет	
01	13910	Машинист насосных установок	М/Ж	4	3/4	IIб	IVв	16	2	1	3	6	1,3	8	ПНС-1	Двухсменный, четырехбригадный, скользящий с чередованием смен (40 (36)-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расчет	
01	13910	Машинист насосных установок	М/Ж	4	3/4	IIб	IVв	16	1	1	2	4	1,3	5	НОВ-2 /ДНС	Двухсменный, четырехбригадный, скользящий с чередованием смен (40 (36)-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расстановка/ Расчет	Обслуживание насосных агрегатов ДНС осуществляется персоналом НОВ-2
01	13910	Машинист насосных установок	М/Ж	4	3/4	IIб	IVв	16	1	1	2	4	1,3	5	НОВ-3	Двухсменный, четырехбригадный, скользящий с чередованием смен (40 (36)-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расчет	Ввод в эксплуатацию в 2022 году
01	13910	Машинист насосных установок	М/Ж	4	3/4	IIб	IVв	16	1	1	2	4	1,3	5	ПНС-2	Двухсменный, четырехбригадный, скользящий с чередованием смен (40 (36)-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расчет	Ввод в эксплуатацию в 2022 году
<b>Итого:</b>									<b>9</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>31</b>		<b>38</b>					
<b>ДАМБА</b>																			
ЕКС	23998	Мастер дамбы сменный	М	1		1б	Б-1	16	1	1	2	4	1,25	5		Двухсменный, четырехбригадный, скользящий с чередованием смен (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции		
04	19627	Шламовщик-бассейнщик	М/Ж	4	3/4	IIб	VIIIa	2в	2	2	4	8	1,3	10	Дамба	Двухсменный, четырехбригадный, скользящий с чередованием смен (40 (36)-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расчет	
01	16771	Подсобный рабочий	М	4	2	IIб	VIIIa	2в	1		1	1	1,3	1	Дамба	Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расстановка	
01	16771	Подсобный рабочий	М	4	2	IIб	VIIIa	2в	4		4	4	1,3	5	Дамба	Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расстановка	Летний сезон (посев травы, очистка берм и т.д.)
01	13910	Машинист насосных установок	М/Ж	4	3/4	IIб	IVв	16	1	1	2	4	1,3	5	БНС	Двухсменный, четырехбригадный, скользящий с чередованием смен (40 (36)-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расчет	
01	13910	Машинист насосных установок	М/Ж	4	3/4	IIб	IVв	16	1	1	2	4	1,3	5	БНПО	Двухсменный, четырехбригадный, скользящий с чередованием смен (40 (36)-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расчет	
<b>Итого ДАМБА:</b>									<b>10</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>25</b>		<b>31</b>					



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		<b>Всего Технологический участок:</b>							19	12	31	56		69					
		<b>Производственно-техническое бюро</b>																	
ЕКС	24110	Механик	М	2		1б	Б-1	1б/2в	1		1	1	1,24	1		Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции		Дамба, ПНС-2, НОВ-3
ЕКС	22509	Инженер-механик	М	2		1б	Б-1	1б/2в	1		1	1	1,24	1		Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции		Насосные
ЕКС	27866	Энергетик	М	2		1б	Б-1	1б/2в	1		1	1	1,24	1		Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции		
ЕКС	20616	Гидротехник	М	2		1б	Б-1	1б/2в	1		1	1	1,24	1		Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции		
ЕКС	20610	Гидрогеолог	М	2		1б	Б-1	1б/2в	1		1	1	1,24	1		Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции		
ЕКС	20586	Геодезист	М	2		1б	Б-1	1б/2в	1		1	1	1,24	1		Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции		
		<b>Итого ПТБ:</b>							6	0	6	6		6					
		<b>Участок по ремонту механического оборудования</b>																	
ЕКС	25080	Начальник Участка МО	М	1		1б	Б-1	1б	1		1	1	1,25	1		Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции		
ЕКС	23998	Мастер по ремонту МО сменный	М	1		1б	IVв	1б	1	1	2	4	1,25	5		Двухсменный, четырехбригадный, скользящий с чередованием смен (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции		
		<b>Бригада ДАМБЫ</b>																	
04	19931	Слесарь по обслуживанию и ремонту МО	М	4	3/4	IIб	IVв	1б	3		3	3	1,3	4		Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расчет	Дамба
02	19756	Электрогазосварщик	М	4	3/4	IIб	IVв	1б	2		2	2	1,3	3		Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расстановка	Дамба
		<b>Бригады по насосным (сменным)</b>																	
04	19931	Слесарь по обслуживанию и ремонту МО	М	4	3/4	IIб	IVв	1б	4	4	8	16	1,3	20		Двухсменный, четырехбригадный, скользящий с чередованием смен (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расчет	
02	19756	Электрогазосварщик	М	4	3/4	IIб	IVв	1б	3	3	6	12	1,3	13		Двухсменный, четырехбригадный, скользящий с чередованием смен (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расстановка	1чел. -НОВ-2, НОВ-3, ПНС-2; 1 чел. - ПНС-1, ПНС-1А; 1чел. - БНС, БНПО

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
01	13790	Машинист крана	М	4		16	IVв	16	1	1	2	4	1,3	5		Двухсменный, четырехбригадный, скользящий с чередованием смен (36-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расстановка	
		<b>Итого Участок по ремонту МО:</b>							<b>15</b>	<b>9</b>	<b>24</b>	<b>42</b>		<b>51</b>					
		<b>Участок по ремонту электрического оборудования</b>																	
ЕКС	25080	Начальник Участка ЭО	М	1		16	Б-1	16	1		1	1	1,25	1		Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции		
ЕКС	23998	Мастер по ремонту ЭО	М	1		16	Б-1	16	1		1	1	1,25	1		Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции		Мастер бригады
01	19861	Электрослесарь по ремонту ЭО	М	4	4/5	116	IVв	16/2в	7		7	7	1,30	9		Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расчет	Бригада
01	19861	Электрослесарь по ремонту ЭО дежурный	М	4	5	116	IVв	16/2в	3	3	6	12	1,3	13		Двухсменный, четырехбригадный, скользящий с чередованием смен (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расстановка/ Расчет	1чел. -НОВ-2, НОВ-3, ПНС-2; 1 чел. - ПНС-1, ПНС-1А; 1чел. - БНС, БНПО
		<b>Итого Участок по ремонту ЭО:</b>							<b>12</b>	<b>3</b>	<b>15</b>	<b>21</b>		<b>24</b>					
		<b>ИТОГО:</b>							<b>56</b>	<b>25</b>	<b>81</b>	<b>132</b>		<b>158</b>					
		<b>Спецтехника (обслуживание) АТЦ</b>																	
04	14388	Машинист экскаватора	М	4	5/6	16	VIIIa	16	1	1	2	2	1,30	2	Экскаватор обратная лопата Komatsu PC200 (дизельный) 1 шт.	Пятидневный, двухсменный (2 смены по 8 часов, 40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расстановка	Есть в наличии Komatsu PC300
04	14388	Машинист экскаватора	М	4	5/6	16	VIIIa	16	1	1	2	2	1,30	2	Экскаватор обратная лопата Komatsu PC200 LC-8 (дизельный) 1 шт.	Пятидневный, двухсменный (2 смены по 8 часов, 40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расстановка	
04	14388	Машинист экскаватора	М	4	5/6	16	VIIIa	16	1		1	1	1,30	1	Экскаватор обратная лопата EK-14-20 (дизельный) 1 шт.	Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расстановка	Есть в наличии
04	13584	Машинист бульдозера	М	4	5/6	16	VIIIa	16	2	2	4	8	1,30	10	Бульдозер Komatsu D275A дизельный 2 шт.	Двухсменный, четырехбригадный, скользящий с чередованием смен (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расстановка	Относится к Руднику
01	19203	Тракторист	М	4	5/6	16	VIIIa	16	1		1	1	1,30	1	Вибрационный каток ДУ-85 (дизельный) 1 шт.	Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расстановка	Относится к Руднику

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
01	19203	Тракторист	М	4	5/6	16	VIIIa	16	1		1	1	1,30	2	Трубоукладчик гусеничный ТГ-61 (2 шт.)	Пятидневный, двухсменный (2 смены по 8 часов, 40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расстановка	Есть в наличии
56	11442	Водитель автомобиля	М	4	7/8	16	VIIIa	16	1		1	1	1,30	1	Самосвал КА-МАЗ КМУ Palfinger PK 5500 1 шт.	Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расстановка	
56	11442	Водитель автомобиля	М	4	7/8	16	VIIIa	16	1		1	1	1,30	1	КДМ Р-65115 на базе КамАЗ-65115 (дизельный) 1 шт.	Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расстановка	В зимний период времени; летний - меняется на погрузчик
56	11442	Водитель автомобиля	М	4	7/8	16	VIIIa	16	1		1	1	1,30	1	Самосвал МАЗ 6501С5-522 (дизельный) 1 шт.	Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расстановка	Есть в наличии
03	13509	Машинист автогрейдера	М	4	5/6	16	VIIIa	16	1	1	2	2	1,30	2	Автогрейдер с передним и средним отвалами ДЗ-98, дизельный 1 шт.	Пятидневный, двухсменный (2 смены по 8 часов, 40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС	Расстановка	Есть в наличии
		<b>Итого водителей:</b>							<b>11</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	<b>20</b>		<b>25</b>					
		<b>Специалисты ЦЦРиТОЭО</b>																	
		<b>Группа ремонта КИПиА АБОФ</b>																	
02	18494	Слесарь по контрольно-измерительным приборам и автоматике	М	4	5/6	16	IIIв	16	1		1	1	1,30	1		Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции и ЕТКС		
		<b>Лаборатория электропривода</b>																	
ЕКС	22618	Инженер по наладке и испытаниям (электрооборудования)	М	2		16	IIIв	16	1		1	1	1,24	1		Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции		
		<b>Лаборатория автоматизации и систем управления технологическим процессом</b>																	
ЕКС	22618	Инженер по наладке и испытаниям	М	2		16	IIIв	16	1		1	1	1,24	1		Пятидневный, односменный (40-часовая рабочая неделя)	Согласно должностной инструкции		
		<b>Итого Группа ремонта КИПиА:</b>							<b>3</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>		<b>3</b>					
		<b>ВСЕГО ЦХХ:</b>							<b>70</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>155</b>		<b>186</b>					







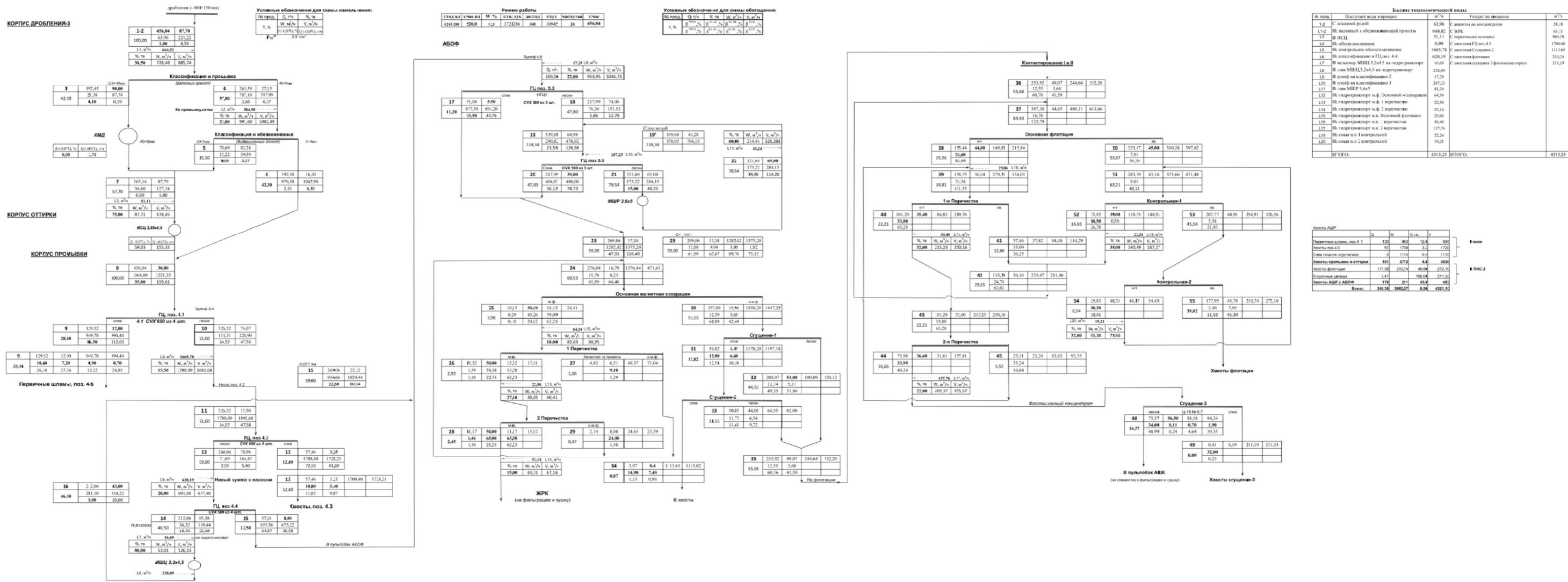


## Качественно-количественная схема обогащения Апатит-Штаффелеитовой руды (для проекта хвостового хозяйства)

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор  
АО "Ковдорский ГОК"

Данилкин А.А.  
2019 г.



№ п/п	Поступает вода в процесс	м³/ч	Уходит из процесса	м³/ч
1.2	С основной воды	63,96	С системы на конденсацию	36,34
1.5.2	Из насосной с обогащением флотации	949,02	С ЖРС	43,12
1.7	Из МСЦ	51,11	С вертикального осадка	949,78
1.4	Из обогащения	0,89	С системы ГТ в м. 4.3	176,40
1.5	Из концентрирования обогащения	1665,78	С системы Сушильные-2	113,65
1.6	Из классификации в ГТ в м. 4.4	620,19	С системы флотации	210,24
1.7	Из системы МШП 3.2x4.5 на гидроагрегате	16,69	С системы флотации	3 Флотационный
1.8	Из системы МШП 3.2x4.5 на гидроагрегате	239,49		211,19
1.9	Из системы МШП 3.2x4.5 на гидроагрегате	17,29		
1.10	Из системы МШП 3.2x4.5 на гидроагрегате	23,23		
1.11	Из системы МШП 3.2x4.5 на гидроагрегате	41,24		
1.12	Из системы МШП 3.2x4.5 на гидроагрегате	64,54		
1.13	Из системы МШП 3.2x4.5 на гидроагрегате	22,50		
1.14	Из системы МШП 3.2x4.5 на гидроагрегате	52,14		
1.15	Из системы МШП 3.2x4.5 на гидроагрегате	20,86		
1.16	Из системы МШП 3.2x4.5 на гидроагрегате	30,40		
1.17	Из системы МШП 3.2x4.5 на гидроагрегате	137,76		
1.18	Из системы МШП 3.2x4.5 на гидроагрегате	22,24		
1.19	Из системы МШП 3.2x4.5 на гидроагрегате	19,21		
ИТОГО:		4315,25	ИТОГО:	4315,25

Удельные массы, пост. 4.1	г	кг	г/т	г
Удельные массы, пост. 4.3	87	1798	3,2	1720
Удельные массы, пост. 4.4	4	1114	0,4	1101
Удельные массы, пост. 4.5	491	9774	4,4	388
Удельные массы, пост. 4.6	177	3540	48,88	272,52
Удельные массы, пост. 4.7	141	2820	100,00	211,33
Удельные массы, пост. 4.8	178	3560	49,4	481
Итого:	340,56	6811,27	6,44	6261,52



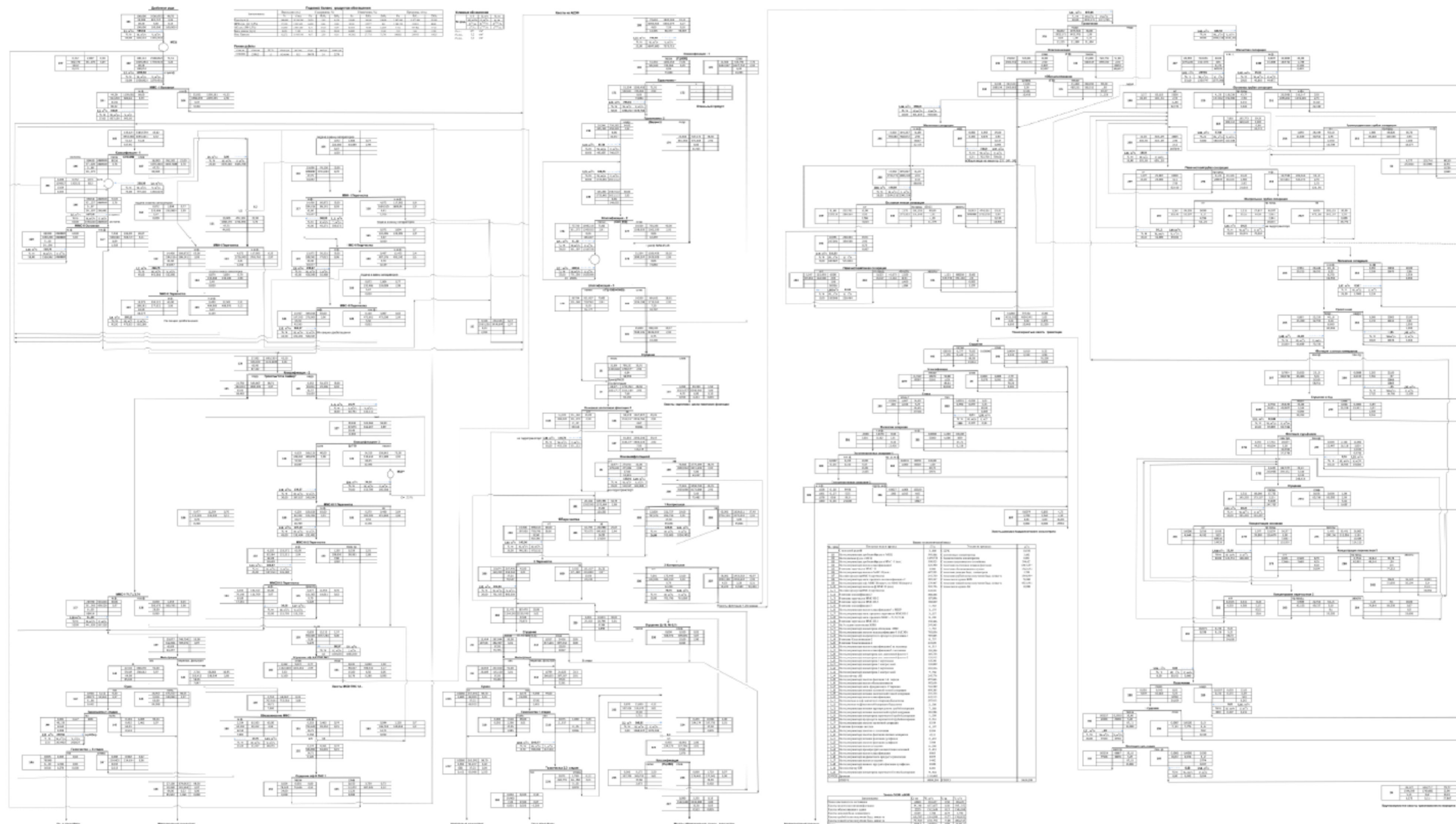
### Балансовая схема обогащения МАР, МЖАР, АШР, технического снабжения и водоотведения (действующая)

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора  
Гои КНЦ РАН \_\_\_\_\_ Опалев А.С.  
2019 г.

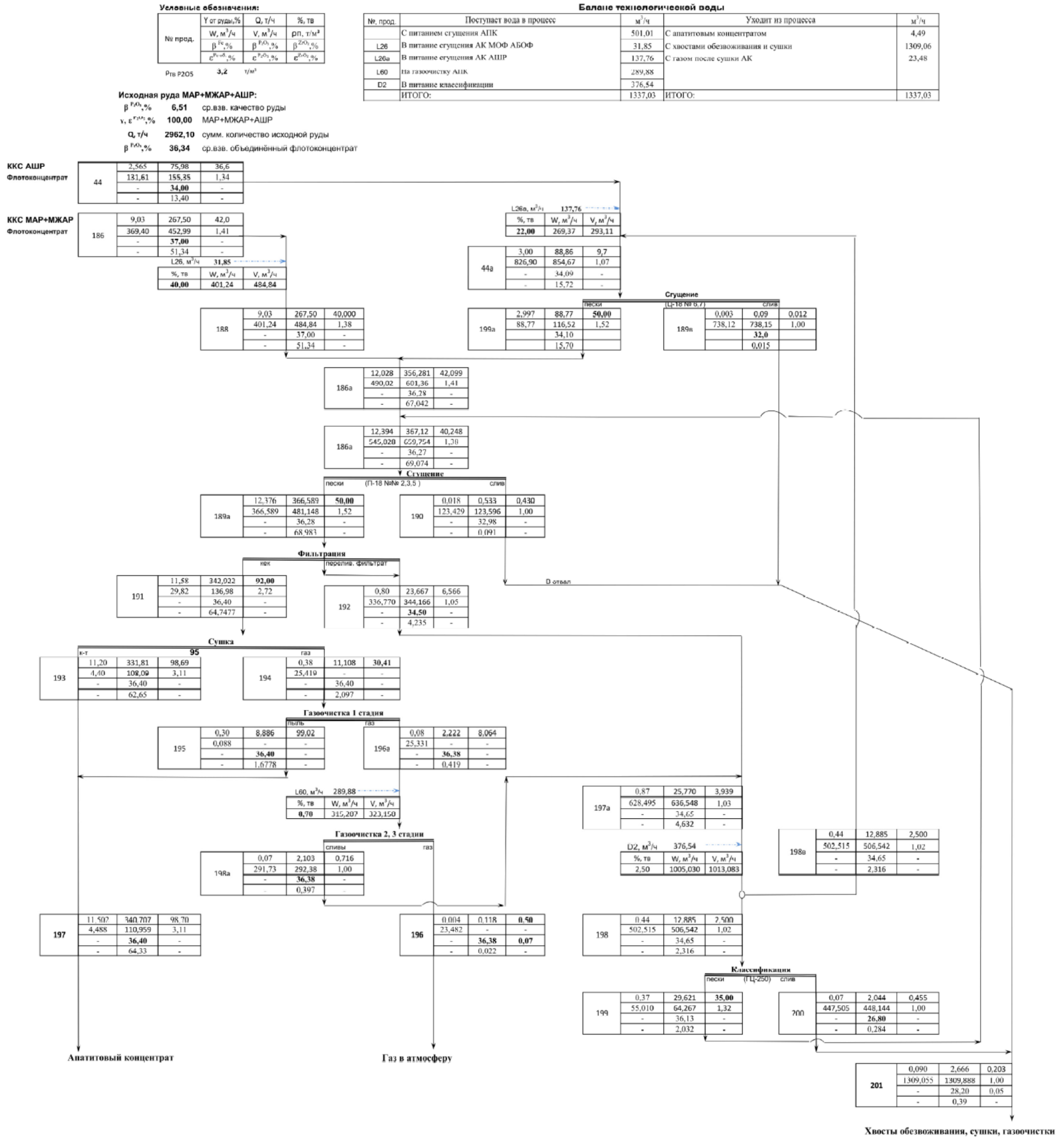
УТВЕРЖДАЮ

Технический директор  
АО "Ковдорский ГОК" \_\_\_\_\_ Данилкин А.А.  
2019 г.





## Качественно-количественная схема сгущения и сушки апатитового и апатит-штаффелеитового концентратов (для проекта хвостового хозяйства)



**Приложение К**  
**Документы по классу опасности хвостов**  
**(обязательное)**

ОТ: РОСПРИРОДНАДЗОР

ТЕЛ: 231026

14 НОЯ 2018 09:17 СТР1



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ  
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УПРАВЛЕНИЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ  
ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ  
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ  
(РОСПРИРОДНАДЗОР)  
ПО МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ  
(Управление Росприроднадзора  
по Мурманской области)

пр. Кольский, 24-а г. Мурманск, 183032  
т. (8152) 25-09-15 ф. (8152) 23-10-26  
E-mail: rpn51@rpn.gov.ru

13.11.2018 № 04/3667

на № 14/18-3385 от 05.10.2018

Факс: 8 (81535) 7-27-63

Исполнительному директору  
АО «Ковдорский ГОК»

А.Ю. Горшкову

184141, Мурманская область,  
г. Ковдор, ул. Сухачева, д. 5

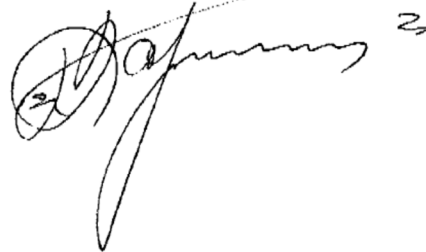
О проверке обоснованности установления  
класса опасности отходов и их идентификации

Уважаемый Александр Юрьевич!

Управление Росприроднадзора по Мурманской области уведомляет Вас о результатах проверки обоснованности установления классов опасности отходов, проведенной Федеральным бюджетным учреждением «Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия» по материалам, представленным АО «Ковдорский горно-обогатительный комбинат».

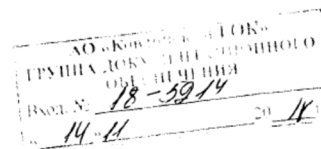
Приложение: копия письма ФБУ «ФЦАО» исх. № 05/323 от 30.10.2018 на 1 л., в 1 экз.

Временно исполняющий  
обязанности руководителя



В.П. Харин

исп. Чернятьева Е.С.  
тел. 8 (815-2) 25-20-08



2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	187
------	---	-----

ОТ: РОСПРИРОДНАДЗОР

ТЕЛ: 231026

14 НОЯ 2018 09:17 СТР2

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ  
(РОСПРИРОДНАДЗОР)

Руководителю Управления  
Росприроднадзора по Мурманской  
области

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ  
ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ»  
(ФГБУ «ФЦАО»)

ВАРШАВСКОЕ ШОССЕ, 39А, МОСКВА, 117105  
ТЕЛ. (499) 940-35-89, ФАКС (499) 940-35-90  
E-MAIL: INFO@FCAO.RU; HTTP://WWW.FCAO.RU  
ОКПО 05245443; ОГРН 1037739128129  
ИНН/КПП 7702052884/772401001

30.10.2018 № 05/323

на № 14.2/18-3385 от 05.10.2018

ФГБУ «ФЦАО» по Вашему обращению № 14.2/18-3385 от 05.10.2018 рассмотрело материалы обоснования класса опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду отхода «Отходы (хвосты) обогащения магнетит-апатитовых (МАР) и апатит-штаффелитовых (АШР) руд» предприятия Акционерное общество «Ковдорский горно-обогатительный комбинат», направленные в ФГБУ «ФЦАО» через систему «ПТК Госконтроль» - Модуль «Государственный кадастр отходов» (заявка № 14613904) Управлением Росприроднадзора по Мурманской области.

По результатам анализа представленных документов установлено, что класс опасности заявленного отхода соответствует:

Наименование отхода	Класс опасности
Отходы (хвосты) обогащения магнетит-апатитовых (МАР) и апатит-штаффелитовых (АШР) руд	V

Уведомляем Вас о том, что указанный в вышеприведенной таблице вид отхода будет направлен в Федеральную службу по надзору в сфере природопользования с предложением о включении данного вида отходов в ФККО и о присвоении ему соответствующего кода и наименования.

Заместитель директора



А.В. Алладин

Исп. Полежаев М.И.  
Тел.: +7(499) 940-35-90 Доб. 120  
e-mail: polezhaev@fcao.ru

Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова

 Факультет почвоведения  
[www.soil.msu.ru](http://www.soil.msu.ru)
**ЛАБОРАТОРИЯ ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОЧВ (ЛЭТАП)**

 Адрес: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы,  
МГУ им. М.В. Ломоносова, 1-12, ф-т почвоведения,  
Тел./факс: (495) 930-03-95; 939-28-63

 Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.513050  
[letap.msu@gmail.com](mailto:letap.msu@gmail.com)  
<https://www.letap-msu.ru/>
**Протокол биотестирования № 441-09**

27.09.2018 г.

Экземпляр №1\*

<b>Наименование и адрес Заказчика:</b>	АО «Ковдорский горно-обогатительный комбинат», 184141, Мурманская обл., г. Ковдор, ул. Сухачева, д.5
<b>ИНН Заказчика:</b>	5104002234
<b>Шифр и наименование пробы:</b>	Отвальный продукт переработки магнетит-апатитовых руд (МАР) на стадии отделения железорудного концентрата (ЖРК)
<b>Место отбора пробы:</b>	Насосный агрегат №11 ПНС №1 хвостового хозяйства до поступления в зумпф 4.6. отвальных хвостов АШР
<b>Дата и время отбора</b>	13.09.2018, 07:00 – 13:00
<b>Регистр. номер пробы в лаборатории:</b>	441
<b>Дата и время доставки</b>	15.09.2018, 15:00
<b>Цель анализа:</b>	Определение класса опасности в соответствии с Критериями отнесения отходов к I-V классам опасности на окружающую среду, утвержденные Приказом Минприроды России от 04.12.2014 №536
<b>Используемые МИ:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости цериодафний. (ФР.1.39.2007.03221)</li> <li>• Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости дафний. (ФР.1.39.2007.03222)</li> <li>• Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей. (ФР.1.39.2007.03223)</li> <li>• Методика определения токсичности отходов, почв, осадков сточных вод, сточных, поверхностных и грунтовых вод методом биотестирования с использованием равноресничных инфузорий <i>Paramecium caudatum</i> Ehrenberg. (ФР.1.39.2006.02506 / ПНД Ф 14.1:2:3.13-06 / 16.1:2.3:3.10-06)</li> </ul>
<b>Условия проведения испытаний:</b>	Культивационная вода (вытяжка): рН 8,37 ед. рН; солесодержание 0,22 г/дм <sup>3</sup> Дистиллированная вода (вытяжка): рН 7,93 ед. рН; солесодержание 0,05 г/дм <sup>3</sup>
<b>Анализ начат:</b>	15.09.2018 г. <b>окончен</b> 25.09.2018 г.

Примечания: \* Протокол подготовлен в двух экземплярах – первый передается Заказчику, а второй хранится в архиве лаборатории. Протокол биотестирования не может быть частично воспроизведен (тиражирован) без разрешения ЛЭТАП.

 Стр. 1 из 2  
№ 441-09 от  
27.09.2018 г.



Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова

 Факультет почвоведения  
[www.soil.msu.ru](http://www.soil.msu.ru)
**ЛАБОРАТОРИЯ ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОЧВ (ЛЭТАП)**

 Адрес: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы,  
МГУ им. М.В. Ломоносова, 1-12, ф-т почвоведения,  
Тел./факс: (495) 930-03-95; 939-28-63

 Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.513050  
[letap.msu@gmail.com](mailto:letap.msu@gmail.com)  
<https://www.letap-msu.ru/>
**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ**

Определяемая характеристика (показатель)	Кратность разведения пробы	Результат		
		Значение определяемого показателя	Оценка тестируемой пробы: токсична / не токсична	Примечания
Токсичность острая. Низшие ракообразные <i>Ceriodaphnia affinis</i> (гибель, %)	1	5,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
Токсичность острая. Низшие ракообразные <i>Daphnia magna</i> (гибель, %)	1	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
Токсичность острая. Зеленые протококковые водоросли <i>Scenedesmus quadricauda</i> (снижение уровня флуоресценции хлорофилла, %)	1	-10,5	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	-5,2	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	-5,2	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	-1,7	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
Токсичность острая. Равноресничные инфузории <i>Paramecium caudatum</i> (гибель, %)	1	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>

<sup>1</sup> – вызывающая гибель не более 10% (вредное воздействие) особей парамеций (через 24 ч экспозиции), особей цериодафний (через 48 ч экспозиции), особей дафний (через 96 ч экспозиции), снижение уровня флуоресценции хлорофилла не более 20% (через 72 ч экспозиции) в водной вытяжке исследуемого отхода.

Заместитель руководителя ЛЭТАП

В.М. Вавилова

Примечания: \* Протокол подготовлен в двух экземплярах – первый передается Заказчику, а второй хранится в архиве лаборатории. Протокол биотестирования не может быть частично воспроизведен (тиражирован) без разрешения ЛЭТАП.

 Стр. 2 из 2  
№ 441-09 от  
27.09.2018 г.

• Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова

 Факультет почвоведения  
[www.soil.msu.ru](http://www.soil.msu.ru)
**ЛАБОРАТОРИЯ ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОЧВ (ЛЭТАП)**

 Адрес: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы,  
МГУ им. М.В. Ломоносова, 1-12, ф-т почвоведения,  
Тел./факс: (495) 930-03-95; 939-28-63

 Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.513050  
[letap.msu@gmail.com](mailto:letap.msu@gmail.com)  
<https://www.letap-msu.ru/>
**Протокол биотестирования № 442-09**

27.09.2018 г.

Экземпляр 1\*

<b>Наименование и адрес Заказчика:</b>	АО «Ковдорский горно-обогатительный комбинат», 184141, Мурманская обл., г. Ковдор, ул. Сушаева, д.5
<b>ИНН Заказчика:</b>	5104002234
<b>Шифр и наименование пробы:</b>	Отвальный продукт подготовки шихты апатит- штаффелитовых руд (АШР)
<b>Место отбора пробы:</b>	Зумпф 4.6 при перекрытом пульпопроводе от агрегата 11
<b>Дата и время отбора</b>	13.09.2018, 14:00 – 20:00
<b>Регистр. номер пробы в лаборатории:</b>	442
<b>Дата и время доставки</b>	15.09.2018, 15:00
<b>Цель анализа:</b>	Определение класса опасности в соответствии с Критериями отнесения отходов к I-V классам опасности на окружающую среду, утвержденные Приказом Минприроды России от 04.12.2014 №536
<b>Используемые МИ:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости цериодафний. (ФР.1.39.2007.03221)</li> <li>• Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. (ФР.1.39.2007.03222)</li> <li>• Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей. (ФР.1.39.2007.03223)</li> <li>• Методика определения токсичности отходов, почв, осадков сточных вод, сточных, поверхностных и грунтовых вод методом биотестирования с использованием равноресничных инфузорий <i>Paramecium caudatum</i> Ehrenberg. (ФР.1.39.2006.02506 / ПНД Ф 14.1:2:3.13-06 / 16.1:2.3:3.10-06)</li> </ul>
<b>Условия проведения испытаний:</b>	Культивационная вода (вытяжка): pH 8,32 ед. pH; солесодержание 0,24 г/дм <sup>3</sup> Дистиллированная вода (вытяжка): pH 8,20 ед. pH; солесодержание 0,09 г/дм <sup>3</sup>
<b>Анализ начат:</b>	15.09.2018 г. <b>окончен</b> 25.09.2018 г.

 Примечания: \* Протокол подготовлен в двух экземплярах – первый передается Заказчику, а второй  
хранится в архиве лаборатории. Протокол биотестирования не может быть частично воспроизведен  
(тиражирован) без разрешения ЛЭТАП.

 Стр. 1 из 2  
№ 442-09 от  
27.09.2018 г.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>191</b>
-------------	---	------------



Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова

 Факультет почвоведения  
[www.soil.msu.ru](http://www.soil.msu.ru)
**ЛАБОРАТОРИЯ ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОЧВ (ЛЭТАП)**

 Адрес: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы,  
МГУ им. М.В. Ломоносова, 1-12, ф-т почвоведения,  
Тел./факс: (495) 930-03-95; 939-28-63

 Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.513050  
[letap.msu@gmail.com](mailto:letap.msu@gmail.com)  
<https://www.letap-msu.ru/>
**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ**

Определяемая характеристика (показатель)	Кратность разведения пробы	Значение определяемого показателя	Результат	
			Оценка тестируемой пробы: токсична / не токсична	Примечания
Токсичность острая. Низшие ракообразные <i>Ceriodaphnia affinis</i> (гибель, %)	1	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
Токсичность острая. Низшие ракообразные <i>Daphnia magna</i> (гибель, %)	1	3,3	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
Токсичность острая. Зеленые протококковые водоросли <i>Scenedesmus quadricauda</i> (снижение уровня флуоресценции хлорофилла, %)	1	-23,3	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	-10,4	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	-6,9	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	-1,6	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
Токсичность острая. Равноресничные инфузории <i>Paramecium caudatum</i> (гибель, %)	1	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>

<sup>1</sup> - вызывающая гибель не более 10% (вредное воздействие) особей парameций (через 24 ч экспозиции), особей цериодафний (через 48 ч экспозиции), особей дафний (через 96 ч экспозиции), снижение уровня флуоресценции хлорофилла не более 20% (через 72 ч экспозиции) в водной вытяжке исследуемого отхода.

Заместитель руководителя ЛЭТАП

В.М. Вавилова

Примечания: \* Протокол подготовлен в двух экземплярах - первый передается Заказчику, а второй хранится в архиве лаборатории. Протокол биотестирования не может быть частично воспроизведен (тиражирован) без разрешения ЛЭТАП.

 Стр. 2 из 2  
№ 442-09 от  
27.09.2018 г.

\* Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова

 Факультет почвоведения  
[www.soil.msu.ru](http://www.soil.msu.ru)
**ЛАБОРАТОРИЯ ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОЧВ (ЛЭТАП)**

 Адрес: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы,  
МГУ им. М.В. Ломоносова, 1-12, ф-т почвоведения,  
Тел./факс: (495) 930-03-95; 939-28-63

 Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.513050  
[letap.msu@gmail.com](mailto:letap.msu@gmail.com)  
<https://www.letap-msu.ru/>
**Протокол биотестирования № 443-09**

27.09.2018 г.

Экземпляр 1\*

<b>Наименование и адрес Заказчика:</b>	АО «Ковдорский горно-обогатительный комбинат», 184141, Мурманская обл., г. Ковдор, ул. Сухачева, д.5
<b>ИНН Заказчика:</b>	5104002234
<b>Шифр и наименование пробы:</b>	Отвальный продукт переработки шихты магнетит-апатитовый (МАР) и апатит-штаффелитовой руд на стадии отделения апатитового концентрата (поток I)
<b>Место отбора пробы:</b>	Пульпонасосная №1А хвостового хозяйства старая часть, сбросовая труба магнетитной землесоса №2
<b>Дата и время отбора</b>	14.09.2018, 10:00 – 16:00
<b>Регистр. номер пробы в лаборатории:</b>	443
<b>Дата и время доставки</b>	15.09.2018, 15:00
<b>Цель анализа:</b>	Определение класса опасности в соответствии с Критериями отнесения отходов к I-V классам опасности на окружающую среду, утвержденные Приказом Минприроды России от 04.12.2014 №536
<b>Используемые МИ:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости цериодафний. (ФР.1.39.2007.03221)</li> <li>• Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости дафний. (ФР.1.39.2007.03222)</li> <li>• Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей. (ФР.1.39.2007.03223)</li> <li>• Методика определения токсичности отходов, почв, осадков сточных вод, сточных, поверхностных и грунтовых вод методом биотестирования с использованием равноресничных инфузорий <i>Paramecium caudatum</i> Ehrenberg. (ФР.1.39.2006.02506 / ПНД Ф 14.1:2:3.13-06 / 16.1:2.3:3.10-06)</li> </ul>
<b>Условия проведения испытаний:</b>	Культивационная вода (вытяжка): рН 8,30 ед. рН; солесодержание 0,23 г/дм <sup>3</sup> Дистиллированная вода (вытяжка): рН 8,06 ед. рН; солесодержание 0,05 г/дм <sup>3</sup>
<b>Анализ начат:</b>	15.09.2018 г.
<b>окончен</b>	25.09.2018 г.

Примечания: \* Протокол подготовлен в двух экземплярах – первый передается Заказчику, а второй хранится в архиве лаборатории. Протокол биотестирования не может быть частично воспроизведен (тиражирован) без разрешения ЛЭТАП.

 Стр. 1 из 2  
№ 443-09 от  
27.09.2018 г.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>193</b>
-------------	---	------------



\* Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова

 Факультет почвоведения  
[www.soil.msu.ru](http://www.soil.msu.ru)
**ЛАБОРАТОРИЯ ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОЧВ (ЛЭТАП)**

 Адрес: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы,  
МГУ им. М.В. Ломоносова, 1-12, Ф-Т почвоведения,  
Тел./факс: (495) 930-03-95; 939-28-63

 Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.513050  
[letap.msu@gmail.com](mailto:letap.msu@gmail.com)  
<https://www.letap-msu.ru/>
**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ**

Определяемая характеристика (показатель)	Кратность разведения пробы	Результат		
		Значение определяемого показателя	Оценка тестируемой пробы: токсична / не токсична	Примечания
Токсичность острая. Низшие ракообразные <i>Ceriodaphnia affinis</i> (гибель, %)	1	10,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
Токсичность острая. Низшие ракообразные <i>Daphnia magna</i> (гибель, %)	1	10,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
Токсичность острая. Зеленые протококковые водоросли <i>Scenedesmus quadricauda</i> (снижение уровня флуоресценции хлорофилла, %)	1	-27,5	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	-13,4	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	-8,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	-0,6	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
Токсичность острая. Равноресничные инфузории <i>Paramecium caudatum</i> (гибель, %)	1	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>

<sup>1</sup> - вызывающая гибель не более 10% (вредное воздействие) особей парамеций (через 24 ч экспозиции), особей цериодафний (через 48 ч экспозиции), особей дафний (через 96 ч экспозиции). Протокол биотестирования не может быть частично воспроизведен (тиражирован) без разрешения ЛЭТАП.

Заместитель руководителя ЛЭТАП

В.М. Вавилова

Примечания: \* Протокол подготовлен в двух экземплярах, первый передается Заказчику, а второй хранится в архиве лаборатории. Протокол биотестирования не может быть частично воспроизведен (тиражирован) без разрешения ЛЭТАП.

 Стр. 2 из 2  
№ 443-09 от  
27.09.2018 г.

\* Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова

 Факультет почвоведения  
[www.soil.msu.ru](http://www.soil.msu.ru)
**ЛАБОРАТОРИЯ ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОЧВ (ЛЭТАП)**

 Адрес: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы,  
МГУ им. М.В. Ломоносова, 1-12, ф-т почвоведения,  
Тел./факс: (495) 930-03-95; 939-28-63

 Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.513050  
[letap.msu@gmail.com](mailto:letap.msu@gmail.com)  
<https://www.letap-msu.ru/>
**Протокол биотестирования № 444-09**

27.09.2018 г.

Экземпляр 1\*

<b>Наименование и адрес Заказчика:</b>	АО «Ковдорский горно-обогатительный комбинат», 184141, Мурманская обл., г. Ковдор, ул. Сухачева, д.5
<b>ИНН Заказчика:</b>	5104002234
<b>Шифр и наименование пробы:</b>	Отвальный продукт переработки шихты магнетит-апатитовых и апатит-штаффелитовых (АШП) руд на стадии отделения апатитового концентрата (поток II)
<b>Место отбора пробы:</b>	Пульпонасосная №1А хвостового хозяйства новая часть, сбросовая труба нагнетания землесоса №7
<b>Дата и время отбора</b>	14.09.2018, 10:30 – 16:30
<b>Регистр. номер пробы в лаборатории:</b>	444
<b>Дата и время доставки</b>	15.09.2018, 15:00
<b>Цель анализа:</b>	Определение класса опасности в соответствии с Критериями отнесения отходов к I-V классам опасности на окружающую среду, утвержденные Приказом Минприроды России от 04.12.2014 №536
<b>Используемые МИ:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости цериодафний. (ФР.1.39.2007.03221)</li> <li>• Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости дафний. (ФР.1.39.2007.03222)</li> <li>• Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей. (ФР.1.39.2007.03223)</li> <li>• Методика определения токсичности отходов, почв, осадков сточных вод, сточных, поверхностных и грунтовых вод методом биотестирования с использованием равноресничных инфузорий <i>Paramecium caudatum</i> Ehrenberg. (ФР.1.39.2006.02506 / ПНД Ф 14.1:2:3.13-06 / 16.1:2.3:3.10-06)</li> </ul>
<b>Условия проведения испытаний:</b>	Культивационная вода (вытяжка): pH 8,39 ед. pH; солесодержание 0,25 г/дм <sup>3</sup> Дистиллированная вода (вытяжка): pH 8,53 ед. pH; солесодержание 0,09 г/дм <sup>3</sup>
<b>Анализ начат:</b>	15.09.2018 г. <b>окончен</b> 25.09.2018 г.

Примечания: \* Протокол подготовлен в двух экземплярах – первый передается Заказчику, а второй хранится в архиве лаборатории. Протокол биотестирования не может быть частично воспроизведен (тиражирован) без разрешения ЛЭТАП.

 Стр. 1 из 2  
№ 444-09 от  
27.09.2018 г.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>195</b>
-------------	---	------------



Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова

 Факультет почвоведения  
[www.soil.msu.ru](http://www.soil.msu.ru)
**ЛАБОРАТОРИЯ ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОЧВ (ЛЭТАП)**

 Адрес: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы,  
МГУ им. М.В. Ломоносова, 1-12, ф-т почвоведения,  
Тел./факс: (495) 930-03-95; 939-28-63

 Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.513050  
[letap.msu@gmail.com](mailto:letap.msu@gmail.com)  
<https://www.letap-msu.ru/>
**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ**

Определяемая характеристика (показатель)	Кратность разведения пробы	Результат		
		Значение определяемого показателя	Оценка тестируемой пробы: токсична / не токсична	Примечания
Токсичность острая. Низшие ракообразные <i>Ceriodaphnia affinis</i> (гибель, %)	1	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
Токсичность острая. Низшие ракообразные <i>Daphnia magna</i> (гибель, %)	1	3,3	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
Токсичность острая. Зеленые протококковые водоросли <i>Scenedesmus quadricauda</i> (снижение уровня флуоресценции хлорофилла, %)	1	-26,6	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	-17,2	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	-7,3	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	-1,3	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
Токсичность острая. Равноресничные инфузории <i>Paramecium caudatum</i> (гибель, %)	1	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>

<sup>1</sup> – вызывающая гибель не более 10% (среднее воздействие) особей парамеций (через 24 ч экспозиции), особей цериодифний (через 48 ч экспозиции), особей дафний (через 96 ч экспозиции), снижение уровня флуоресценции хлорофилла не более 20% (через 72 ч экспозиции) в водной вытяжке исследуемого отхода.

Заместитель руководителя ЛЭТАП

В.М. Вавилова

Примечания: \* Протокол подготовлен в двух экземплярах, первый передается Заказчику, а второй хранится в архиве лаборатории. Протокол биотестирования не может быть частично воспроизведен (тиражирован) без разрешения ЛЭТАП.

 Стр. 2 из 2  
№ 444-09 от  
27.09.2018 г.

Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова

 Факультет почвоведения  
[www.soil.msu.ru](http://www.soil.msu.ru)
**ЛАБОРАТОРИЯ ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОЧВ (ЛЭТАП)**

 Адрес: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы,  
МГУ им. М.В. Ломоносова, 1-12, ф-т почвоведения,  
Тел./факс: (495) 930-03-95; 939-28-63

 Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.513050  
[letap.msu@gmail.com](mailto:letap.msu@gmail.com)  
<https://www.letap-msu.ru/>
**Протокол биотестирования № 445-09**

27.09.2018 г.

Экземпляр 1\*

<b>Наименование и адрес Заказчика:</b>	АО «Ковдорский горно-обогатительный комбинат», 184141, Мурманская обл., г. Ковдор, ул. Сухачева, д.5
<b>ИНН Заказчика:</b>	5104002234
<b>Шифр и наименование пробы:</b>	Отходы (хвосты) обогащения магнетит-апатитовых (МАР) и апатит-штаффелитовых (АШР) руд
<b>Место отбора пробы:</b>	Намытый пляж из отвальных хвостов карты №1 второго поля хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК»
<b>Дата и время отбора</b>	14.09.2018, 17:40 – 19:00
<b>Регистр. номер пробы в лаборатории:</b>	445
<b>Дата и время доставки</b>	15.09.2018, 15:00
<b>Цель анализа:</b>	Определение класса опасности в соответствии с Критериями отнесения отходов к I–V классам опасности на окружающую среду, утвержденные Приказом Минприроды России от 04.12.2014 №536
<b>Используемые МИ:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости цериодафний. (ФР.1.39.2007.03221)</li> <li>• Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости дафний. (ФР.1.39.2007.03222)</li> <li>• Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей. (ФР.1.39.2007.03223)</li> <li>• Методика определения токсичности отходов, почв, осадков сточных вод, сточных, поверхностных и грунтовых вод методом биотестирования с использованием равноресничных инфузорий <i>Paramecium caudatum</i> Ehrenberg. (ФР.1.39.2006.02506 / ПНД Ф 14.1:2:3.13-06 / 16.1:2.3:3.10-06)</li> </ul>
<b>Условия проведения испытаний:</b>	Культивационная вода (вытяжка): рН 8,31 ед. рН; солесодержание 0,23 г/дм <sup>3</sup> Дистиллированная вода (вытяжка): рН 8,12 ед. рН; солесодержание 0,06 г/дм <sup>3</sup>
<b>Анализ начат:</b>	15.09.2018 г.
<b>окончен</b>	25.09.2018 г.

Примечания: \* Протокол подготовлен в двух экземплярах – первый передается Заказчику, а второй хранится в архиве лаборатории. Протокол биотестирования не может быть частично воспроизведен (тиражирован) без разрешения ЛЭТАП.

 Стр. 1 из 2  
№ 445-09 от  
27.09.2018 г.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>197</b>
-------------	---	------------



Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова

 Факультет почвоведения  
[www.soil.msu.ru](http://www.soil.msu.ru)
**ЛАБОРАТОРИЯ ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОЧВ (ЛЭТАП)**

 Адрес: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы,  
МГУ им. М.В. Ломоносова, 1-12, ф-т почвоведения,  
Тел./факс: (495) 930-03-95; 939-28-63

 Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.513050  
[letap.msu@gmail.com](mailto:letap.msu@gmail.com)  
<https://www.letap-msu.ru/>
**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ**

Определяемая характеристика (показатель)	Кратность разведения пробы	Результат		
		Значение определяемого показателя	Оценка тестируемой пробы: токсична / не токсична	Примечания
Токсичность острая. Низшие ракообразные <i>Ceriodaphnia affinis</i> (гибель, %)	1	5,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
Токсичность острая. Низшие ракообразные <i>Daphnia magna</i> (гибель, %)	1	6,7	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
Токсичность острая. Зеленые протококковые водоросли <i>Scenedesmus quadricauda</i> (снижение уровня флуоресценции хлорофилла, %)	1	-22,7	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	-13,4	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	-2,4	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	-0,8	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
Токсичность острая. Равноресничные инфузории <i>Paramecium caudatum</i> (гибель, %)	1	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	100	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	1 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>
	10 000	0,0	не токсична	безвредная кратность разведения <sup>1</sup>

<sup>1</sup> - вызывающая гибель не более 10% (вредное воздействие) особей парameций (через 24 ч экспозиции), особей цериодафний (через 48 ч экспозиции), особей дафний (через 96 ч экспозиции), снижения уровня флуоресценции хлорофилла не более 20% т (через 72 ч экспозиции) в 100 мл вытяжке исследуемого отхода.

Заместитель руководителя ЛЭТАП

В.М. Вавилова

Примечания: \* Протокол подготовлен в двух экземплярах - первый передается Заказчику, а второй хранится в архиве лаборатории. Протокол биотестирования не может быть частично воспроизведен (тиражирован) без разрешения ЛЭТАП.

 Стр. 2 из 2  
№ 445-09 от  
27.09.2018 г.

**Приложение Л**  
**Расчетное обоснование конструкции ограждающей дамбы**  
**(обязательное)**

**ООО «Диагностика сооружений»**



ИНН 7804015850 195220, Санкт-Петербург, ул. Гжатская, д.21 +7(921) 336-59-11 [DIAS@SPBA.ru](mailto:DIAS@SPBA.ru)

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

Ю.Г. Смирнов

2021 г.



**ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ**

по договору подряда № 19025-ДПО-200031 от «30» апреля 2020 г.

**«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»**  
**по объекту: Хвостовое хозяйство Ковдорского ГОКа. Реконструкция**

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2021г.

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	199
------	---	-----

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	2
1. Инженерно-геологические условия основания дамб хвостохранилища .....	3
2. Характеристики материалов ограждающих дамб .....	8
3. Расчеты устойчивости сооружений .....	12
3.1 Методика расчета устойчивости .....	12
3.2 Задание сейсмического воздействия методом квазистатической теории.....	14
3.3 Расчетные схемы .....	14
3.4 Результаты расчетов .....	16
4. Расчетное обоснование рекомендуемых мероприятий .....	42
Выводы .....	49
Литература.....	49

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>200</b>
-------------	---	------------

## ВВЕДЕНИЕ

Расчеты устойчивости откосов дамб выполнялись в рамках проектирования по объекту: «Хвостовое хозяйство Ковдорского ГОКа. Реконструкция».

Рассматривается проект хвостохранилища на площади существующего хвостохранилища АО «Ковдорский ГОК», расположенного в Мурманской области в долине р. Можель, введенного в эксплуатацию в 1980 г.

Проектом реконструкции предусмотрено наращивание дамб существующего хвостохранилища внутрь хвостохранилища и укладка хвостов с наступлением на рельеф в южной части, что позволит сохранять площадь складирования и площадь отстойного прудка при росте отметок.

Цели и задачи работы

- Расчет несущей способности основания и устойчивости ГТС.
- Выполнение фильтрационных расчетов.
- Выдача рекомендаций по конструкции дамбы хвостохранилища для выполнения проектной и рабочей документации.

Расчеты выполнялись методом конечных элементов (МКЭ) с использованием программы PLAXIS [1].

В процессе выполнения работы решены следующие задачи:

- проведен анализ исходных данных: проектных материалов, содержащих разрезы по ГТС, условия возведения и эксплуатации, результатов инженерно-геологических изысканий;
- выбраны расчетные сечения;
- разработаны расчетные модели сооружения и их основания с учетом схематизации инженерно-геологических условий, последовательности возведения;
- выполнены расчеты напряженно-деформированного состояния (НДС) основания хвостохранилища и дамб при статических нагрузках;
- дана оценка устойчивости откосов дамб в различные периоды эксплуатации сооружения, в т.ч. с учетом сейсмического воздействия;
- на основе анализа результатов расчетов сделаны выводы и разработаны рекомендации по конструкции дамбы.

ООО «Диагностика сооружений»

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	201
------	---	-----



«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа» 3

## 1. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОСНОВАНИЯ ДАМБ ХВОСТОХРАНИЛИЩА

Участок проектируемого строительства расположен в г. Ковдор Мурманской области, на промплощадке АО «Ковдорский ГОК», рис. 1.

В геоморфологическом отношении участок работ представляет собой всхолмленное каменистое плато с чехлом ледниковых и водно-ледниковых отложений, залегающих на породах верхнего архея.

Рельеф участка сильно пересеченный с общим падением на север до 5°. Отметки поверхности изменяются от 230,0 до 320,0 м.

В настоящее время большая часть ограждающей дамбы представляет собой частично отсыпанную дамбу, частично территорию складирования намывных грунтов – «пляж».

Глубина изучения геологического разреза 71,4 м [2].

Стратиграфический разрез представлен в следующем виде (сверху вниз):

Современные отложения Q<sup>IV</sup>:

- биогенные - b<sub>IV</sub>
- техногенные - t<sub>IV</sub>

Верхнеплейстоценовые Q<sub>III</sub>:

- водно-ледниковые - f<sub>III</sub>
- ледниковые (моренные) отложения - g<sub>III</sub>
- элювиальные - e<sub>III</sub>

Архейские скальные образования AR

В разрезах грунтового основания в проектное место расположения ограждающих дамб хвостохранилища были проведены комплексные исследования и выделены следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ) [2].

**ИГЭ 1** – Почвенно-растительный слой темно-коричневый, сезонно-мёрзлый с корнями деревьев и кустарника.

**ИГЭ 2** – Насыпные грунты смешанного состава (отвалы грунтов без уплотнения) сложены преимущественно:

- дресвяным (гравийным) грунтом с содержанием глыб (валунов) размером до 0,5 м в поперечнике 10-15%, щебня (гальки разной окатанности) размером менее 10 см 35-40%, дресвы (гравия) – 15-20%, заполнитель – супесь твердая, песок разной крупности;
- песком гравелистым с включением валунов размером до 0,5м в поперечнике 5-10%, гальки 25-30%, гравия 5%;

ООО «Диагностика сооружений»

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>202</b>
-------------	---	------------





- супесью пылеватой галечниковой твердой консистенции с включением валунов размером до 0,5м в поперечнике до 5%, гальки разной окатанности размером менее 10см 30%, гравия около 10%;
- суглинком лёгким пылеватым галечниковым твердой консистенции с включением валунов размером до 0,5м в поперечнике 5-10%, гальки 20-25%, гравия 10%.
- супесью пылеватой гравелистой с включением валунов размером до 0,5м в поперечнике до 5%, гальки разной окатанности размером менее 10см 20%, гравия 15%;
- супесь пылеватой с щебнем пластичной консистенции с включением щебня размером менее 10см 15%, гравия 5-10%.

Грунты малой и средней степени водонасыщения и водонасыщенные, слежавшиеся. Их цвет серый и коричневый с различными оттенками.

**ИГЭ 3а** – Намывной грунт: песок пылеватый, мелкий, реже - средней крупности, с единичными включениями гравия и гальки, с прослойками супеси и суглинка разной консистенции толщиной до 10 см. Грунт серый, темно-серый, малой и средней степени водонасыщения, водонасыщенный, слежавшийся (средней плотности).

**ИГЭ 3б** – Намывной грунт: супесь пылеватая и песчанистая темно-серая пластичной и текучей консистенции, с редким включением гравия и гальки, с частыми прослойками суглинка текучей и текучепластичной консистенции, песка мелкого и пылеватого, толщиной до 10см.

**ИГЭ 4** – Галечниковый грунт с содержанием валунов 5-10%, гальки 40%, гравия 15-20%, заполнитель – песок средней крупности и крупный, супесь твёрдая. Грунт серый, малой и средней степени водонасыщения и водонасыщенный.

**ИГЭ 5** – Нерасчлененные ледниковые (моренные) отложения, представленные преимущественно галечниковым грунтом с заполнителем песком пылеватым, средней крупности и супесью песчанистой, супесью пылеватой гравелистой, песком гравелистым, реже – гравийным грунтом с заполнителем супесью песчанистой и песком пылеватым, супесью пылеватой галечниковой, содержащими валунов размером до 0,5м в поперечнике в среднем 5-10%, гальки слабой окатанности размером менее 10см 25%, гравия 10-15%.

**ИГЭ 6а** – Супесь песчанистая твёрдой консистенции с единичным включением глыб, щебня 5%, дресвы 10%.

**ИГЭ 6б** – Супесь пылеватая дресвяная твёрдой консистенции, с включением глыб размером до 0,5 м в поперечнике 5%, щебня 15%, дресвы 15%.

**ИГЭ 6в** – Дресвяно-щебенистый грунт с содержанием глыб размером до 0,5 м в поперечнике 10-15%, щебня 40-45%, дресвы 10%, заполнитель – пески разной крупности, супесь твердой и пластичной консистенции.

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>204</b>
-------------	---	------------

*«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 6  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»*

**ИГЭ 7а** – Скальный грунт: гранито-гнейс серый, мелкозернистый, средней прочности, неразмягчаемый, сильнотрещиноватый (RQD=31%)

**ИГЭ 7б** – Скальный грунт: гранито-гнейс серый, мелкозернистый, прочный, неразмягчаемый, слаботрещиноватый (RQD=84%)

Нормативные и расчетные показатели физико-механических свойств грунтов, использованные при расчете НДС и устойчивости сооружений, приведены в таблице 1.

По результатам совместного анализа всего комплекса данных (архивных инженерно-геологических, инструментальных геофизических исследований, а также специальных расчетов количественных характеристик сейсмических воздействий) с учетом исходной сейсмичности 6,65 баллов, участок строительства дамбы характеризуется сейсмической интенсивностью в интервале от 5,97 до 6,32 балла для 1% вероятности превышения расчетной интенсивности в течении 50 лет [1].

*ООО «Диагностика сооружений»*

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>205</b>
-------------	---	------------

«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

7

Таблица 1 – Нормативные и расчётные значения характеристик грунтов

№ инженерно-геологического элемента	Геологический элемент	Мощность слоя, м	Глубина залегания кровли слоя, м	Коэффициент пористости	Влажность природная, %	Коэффициент фильтрации, м/сут	Показатель текучести	Плотность частиц грунта	Удельный вес, кН/м <sup>3</sup>		Угол внутреннего трения, град.			Удельное сцепление, кПа			Модуль деформации, МПа	Коэффициент Пуассона	
									$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi$	$\phi_1$	$\phi_2$	$c_n$	$c_1$	$c_2$			
1	блв	0,1	0						16,4										
2	тв	0,7-15,7	0,0-36,3	0,39	10	0,53	-0,74	2,91	22,3	23,1	37	34	35	21	17,6	18,9	36,4	0,27	
3а	тв	0,6-55,0	0,0-43,2	0,71	15	0,49		3,02	20,1	21,5	37	36	36	4,2	3,7	3,9	5,5	0,3	
3б	тв	0,4-36,2	2,1-37,5	0,87	26	0,05		3,01	19,9	20,4	36	34	35	37,5	26,7	30,7	15,8	0,3	
4	гш	0,3-7,9	0,1-53,7	0,49	14	0,69	-1,33	2,92	22,5	22,8	36	34	35	14,9	11,7	13,0	32,9	0,27	
5	гш	0,3-7,9	0,1-60,5	0,53	13	0,36	-0,47	2,82	20,8	21,7	35	32	33	23,3	16,4	19,3	35,9	0,27	
6а	еш	0,4-16,6	2,9-60,1	0,60	17	0,05	-0,33	2,91	20,8	21,5	36	32	34	40,8	31,8	35,4	22,7	0,3	
6б	еш	0,4-27,5	2,3-45,8	0,54	15	0,045	-0,61	2,85	20,6	21,4	27	20	23	38,6	33,0	35,4	23,2	0,3	
6в	еш	0,0-23,8	0,0-56,7	0,36	12	0,31	-0,63	2,83	22,8	23,0	31	32	31,4	29,3	23,4	25,9	30,4	0,27	
7а	AR	0,3-4,9	0,1-65,4			10,0*			27,2	27,3		35		5,5			20000	0,35	
7б	AR	0,0-18,1	0,3-69,4						28,9	29,3							30000	0,3	

\*) Получено по результатам калибровки фильтрационного режима в сечении 4-4 в существующем состоянии

ООО «Диагностика сооружений»

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ ОГРАЖДАЮЩИХ ДАМБ

Возведение наращиваемой северо-восточной части дамбы предполагается выполнять последовательной отсыпкой дамб обвалования высотой порядка 4 м из скального грунта, начиная с отметки 290,00 м, и до отметки 318,00 м, рис. 2 и 3.

Восточный и западный участки дамбы возводятся отсыпкой аналогичных дамб обвалования до отметки 318,00 м после возведения пионерной дамбы с суглинистым ядром. Пионерные дамбы возводятся на скальном основании, начиная примерно с отметки 290,00 м, отметка гребня на 302,00 м, рис. 4 и 5.

Проектируемый объект относится к гидротехническим сооружениям первого класса согласно СП 58.13330.2019 [4]. Максимальная высота дамбы в поперечном сечении в районе бывшего русла реки Можель составляет 92 м.

Характеристики материалов дамб наращивания:

- – песок – хвосты пляжной зоны – ИГЭ-3а;
- – супесь ядра – супесь из полезных выемок – ИГЭ-6а
- – скальный грунт – насыпные грунты смешанного состава – ИГЭ 2:

Характеристики щебня переходной зоны пионерных дамб приведены в таблице 2 [5].

Таблица 2 – Расчетные физико-механические характеристики щебня.

Наименование грунта, материала	Удельный вес грунта, $\gamma_{unsat}$ , кН/м <sup>3</sup>	Удельный вес насыщенного грунта, $\gamma_{sat}$ , кН/м <sup>3</sup>	Удельное сцепление, $c$ , кПа	Угол внутреннего трения, $\varphi$ , град.	Коэффициент Пуассона, $\nu$	Модуль деформации, $E$ , МПа	Коэффициент фильтрации, $k$ , м/сут
Щебень мелкий	21,9	23,1	0,01	38	0,3	40	10

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>207</b>
-------------	---	------------



«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа» 9

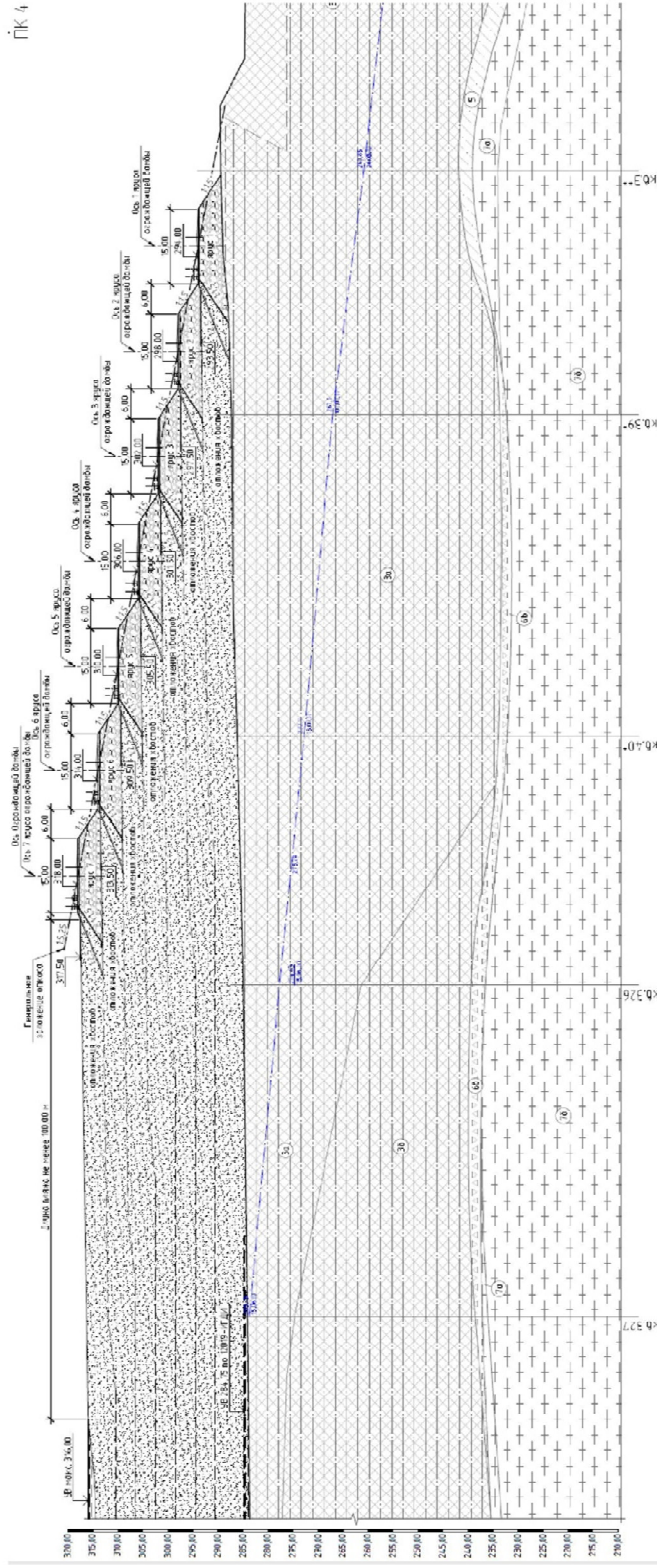


Рисунок 2 – Схема наращивания существующей северо-восточной дамбы хвостохранилища (верхняя часть, разрез 4-4)

ООО «Диагностика сооружений»

<p>2022</p>	<p>Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.</p>	<p>208</p>
-------------	--	------------







### 3. РАСЧЕТЫ УСТОЙЧИВОСТИ СООРУЖЕНИЙ

#### 3.1 Методика расчета устойчивости

Степень устойчивости гидротехнических сооружений оценивалась в соответствии с требованиями СП 39.13330.2012 [3], исходя из условия

$$\gamma_{lc} F(\gamma_f) \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} R \left( \frac{1}{\gamma_g} \right), \quad (1)$$

где:  $F$  – расчетное значение обобщенного силового воздействия, по которому производится оценка предельного состояния, определенное с учетом коэффициента надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1,0$ , (СП 58.13330.2019) [4];

$R$  – обобщенное расчетное значение сил предельного сопротивления сдвигу по рассматриваемой поверхности, определенное с учетом коэффициентов надежности по грунту  $\gamma_g$ , (СП 23.13330.2018) [6].

При поиске опасной поверхности сдвига для коэффициента устойчивости  $k_s$  используется условие [3, 4]:

$$k_s = \frac{R}{F} \geq k_{s,n} = \frac{\gamma_n \cdot \gamma_{lc}}{\gamma_c}, \quad (2)$$

где

$\gamma_{lc}$  - коэффициент сочетаний нагрузок;

для основного сочетания нагрузок  $\gamma_{lc} = 1,0$ ;

для основного сочетания нагрузок в строительный период  $\gamma_{lc} = 0,95$ ;

при особой нагрузке, в том числе сейсмической на уровне проектного землетрясения (ПЗ), годовой вероятностью 0,01 и менее  $\gamma_{lc} = 0,95$ ;

при сейсмической нагрузке уровня максимального расчетного землетрясения  $\gamma_{lc} = 0,85$ ;

$\gamma_n$  - коэффициент надежности по степени ответственности сооружения, принимаемый для сооружений I класса равным  $\gamma_n = 1,25$ ;

$\gamma_c = 1,0$  коэффициент условий работы;

$k_s$  – расчетный коэффициент устойчивости;

$k_{s,n}$  – нормативный коэффициент устойчивости.

Устойчивость сооружения считается обеспеченной, если выполнено условие (1) или (2).

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>211</b>
-------------	---	------------

«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа» 13

Дамбы высотой свыше 50 м относятся к гидротехническим сооружениям I класса [4]. Для них  $k_s$  не должно быть меньше  $k_{s,n} = 1,25$  при основном сочетании нагрузок,  $k_{s,n} = 1,1875$  в строительный период,  $k_{s,n} = 1,1875$  при особом сочетании нагрузок с сейсмической на уровне проектного землетрясения (ПЗ) и  $k_{s,n} = 1,0625$  – с сейсмической на уровне максимального расчетного землетрясения (МРЗ)

Расчеты несущей способности оснований и устойчивости откосов дамбы хвостохранилища выполнялись методом моделирования разрушения. Для определения напряженно-деформированного состояния грунта использовалась программа PLAXIS [1], реализующая метод конечных элементов. Рассматривались задачи о плоской деформации поперечных сечений дамб хвостохранилища. Для поиска наиболее опасной поверхности сдвига и определения коэффициентов устойчивости применялся реализованный в программе PLAXIS метод снижения прочности грунта. Принцип метода снижения прочности при анализе устойчивости на основе метода конечных элементов состоит в том, чтобы понижать  $c$  и  $\phi$ , применяя определенный коэффициент  $\rho$ , до момента разрушения. Прогноз разрушения выполняется с одновременным понижением обоих показателей сдвиговой прочности:

$$c_k = c/\rho, \quad tg\phi_k = tg\phi/\rho, \quad (3)$$

где  $\rho$  – коэффициент снижения прочности на сдвиг.

В качестве коэффициента устойчивости  $k_s$  принимается величина  $\rho$  в момент разрушения. Для оценки устойчивости, полученные значения коэффициента устойчивости  $k_s$  следует сравнивать с нормативным коэффициентом  $k_{s,n}$ .

Расчеты напряженно-деформированного состояния рассматриваемых поперечных сечений производились на нагрузку от собственного веса материала грунтов тела дамбы и основания и сил взвешивания и фильтрации подземных вод. Величины полученных деформаций в расчетной области зависят от локальных свойств грунтов. Для учета деформационных свойств грунтов в расчетах НДС использовалась простейшая модель упругопластической грунтовой среды – модель Мора-Кулона. В этой модели упругие деформации связаны с напряжениями обобщенным законом Гука, а в предельном состоянии принимается пластическое течение без объемных пластических деформаций и без упрочнения. Критерием состояния предельного равновесия служит условие текучести Кулона-Мора, которое является развитием закона сухого трения Кулона.

$$\sqrt{(\sigma_{11} - \sigma_{22})^2 + 4 \cdot \sigma_{12}^2} \leq 2 \cdot c \cdot \cos\varphi - (\sigma_{11} + \sigma_{22}) \cdot \sin\varphi \quad (4)$$

где  $\varphi$  и  $c$  – угол внутреннего трения и сцепление грунта,

$\sigma_{ij}$  – компоненты тензора напряжений.

ООО «Диагностика сооружений»

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>212</b>
-------------	---	------------

«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 14  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

В рассматриваемых поперечных сечениях выделялись совпадающие с ИГЭ однородные расчетные грунтовые элементы, для которых были приняты постоянные модули деформации и постоянные параметры прочности Кулона-Мора.

### 3.2 Задание сейсмического воздействия методом квазистатической теории

Согласно положениям СП 358.1325800.2017 [7], сейсмическая сила вычисляется по формуле:

$$\vec{P}_k = k_f \cdot m_k \cdot \ddot{U}_0, \quad (1)$$

где  $k_f$  – коэффициент, зависящий от степени повреждений, допускаемых в сооружении при землетрясении, принимают равным 0,3;

$m_k$  – масса элемента  $k$  конструкции.

Сейсмическое ускорение основания  $\ddot{U}_0$  является постоянной во времени векторной величиной, модуль которой принимают равным значению максимального пикового ускорения.

Сейсмическая нагрузка моделировалась заданным поступательным движением с постоянным ускорением, направленным горизонтально вдоль расчетного сечения.

Расчетная сейсмичность уровня МРЗ по данным сейсмического микрорайонирования (СМР) составляет 6,32 балла [2], что соответствует величине приложенного ускорения  $a = k_f \ddot{U}_0 = 0,0187g$ , ( $\ddot{U}_0 = 0,05g \cdot 2^{0,32} = 0,0624g$ ). Однако при выполнении СМР не учитывалось изменение категории грунтов по сейсмическим свойствам, которое произойдет при эксплуатации хвостохранилища после того, как песчаные грунты основания станут водонасыщенными (перейдут в III категорию по сейсмическим свойствам). Поэтому при оценке устойчивости сейсмическая нагрузка определялась без учета результатов СМР по таблице 6.1 СП 3581325800.2017 [7]. Расчетные величины ускорения составили 0,08g (7 баллов) для ПЗ и 0,16g (8 баллов) для МРЗ, а величины приложенного ускорения  $a = 0,024g$  и  $a = 0,048g$  для ПЗ и МРЗ соответственно.

### 3.3 Расчетные схемы

Расчеты проводились для трех сечений дамбы, расположенных в местах, где дамба имеет наибольшую высоту (для западной части – сечение 1-1, для северо-восточной – сечение 4-4, для восточной – сечение 6-6, рис. 1).

ООО «Диагностика сооружений»

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>213</b>
-------------	---	------------



«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 15  
 конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

В расчетах консолидация грунтов не учитывалась, так как при проектной скорости заполнения хвостохранилища избыточные поровые давления в основном рассеиваются за время отсыпки, следовательно, грунты находятся в стабилизированном состоянии.

Расчеты напряжённо-деформированного состояния и устойчивости откосов дамб проводились в три ступени:

- на первой определялись бытовые напряжения в грунтах основания;
- на второй ступени рассматривались НДС в сечениях Западной дамбы, отсыпанной до отметки 302,00 м, Восточной дамбы, отсыпанной до отметки 306,00 м, и существующей северо-восточной части дамбы (до наращивания) при уровне воды в прудке 284,75 м;
- на третьей ступени оценивалась устойчивость откосов дамб, возведенных до отметки 318,00 м при уровне воды в прудке 316 м.

Поярусное возведение дамб не учитывалось; принималось одновременное возведение всех ярусов каждого из двух этапов возведения.

Также рассматривались расчетные случаи промежуточного/ строительного периода, которые могут возникнуть в процессе возведения сооружения:

- пионерная Западная дамба без отложения хвостов в ВБ при УВ 300,00 м;
- пионерная Восточная дамба без отложения хвостов в ВБ при УВ 304,00 м.

Грунтовое основание было представлено в моделях инженерно-геологическими элементами (ИГЭ) в виде слоев переменной толщины, рис. 2 - 5. При назначении физико-механических параметров грунтов были использованы характеристики, приведенные в таблицах 1 и 2. Дополнительно рассматривалась возможность замены супесчаного ядра на ядро из хвостов пляжной зоны (ИГЭ-3а).

Нижняя граница сжимаемой толщи грунтов основания для моделирования осадок основания принималась на отметке 200,0 м в слое очень прочного скального грунта (ИГЭ 7б). На нижней границе расчетной области принимались условия жесткой заделки. Вдоль вертикальных линий, отделяющих расчетную область от остальной части грунтового основания, принималось условие отсутствия горизонтальных перемещений.

При моделировании фильтрации в грунтах были приняты дополнительные граничные условия:

- фильтрационные потоки через нижнюю границу расчетной области отсутствовали;
- по боковым границам расчетной области задавались гидростатические поровые давления, соответствующие заданному уровню грунтовых вод.

ООО «Диагностика сооружений»

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>214</b>
-------------	---	------------

*«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 16  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»*

Расчеты проводились для двух вариантов условий фильтрации из прудка при складировании хвостов:

- основной расчетный случай, когда ширина пляжа составляет не менее 100 м;
- особый расчетный случай, когда пляж отсутствует.

Сетки КЭ для плоских моделей сечений дамбы представлены на рис. 6 – 8.

### **3.4 Результаты расчетов**

Полученные в расчетах вертикальные и горизонтальные смещения дамб от веса хвостов и возводимых ярусов представлены на рис. 9 – 12, рис. 27– 30 и рис. 44 – 45.

Максимальная дополнительная осадки пионерных Западной и Восточной дамбы от их собственного веса, учтенного на второй ступени расчетов, составляет 0,06 м и 0,05 м соответственно (сечения 1-1 и 6-6, рис. 9 и 27). Максимальная осадка сооружения от веса грунтов, учтенного на третьей ступени расчетов, составляет 0,87 м, 0,55 м и 3,9 м соответственно в сечениях 1-1, 6-6 и 4-4, рис. 11, 29 и 44.

Максимальные горизонтальные смещения точек пионерных Западной и Восточной дамбы от их собственного веса после заполнения ВБ составляют 1,9 см и 1,8 см соответственно (сечения 1-1 и 6-6, рис. 10 и 28). Максимальные дополнительные горизонтальные смещения точек дамбы от веса грунтов, учтенного на третьей ступени расчетов, достигают 10,4 см, 7,7 см и 124 см соответственно в сечениях 1-1, 6-6 и 4-4, рис. 12, 30 и 45.

Для определения расчетного положения кривой депрессии в ограждающей дамбе были проведены фильтрационные расчеты. Расчетные положения кривой депрессии, распределения фильтрационных сил в теле дамбы и фильтрационные расходы в некоторых сечениях показаны на рис. 13 – 20, рис. 31 – 37 и рис. 46 – 48.

Результаты расчетов показали, что поток фильтрации проходит в основном ниже дневной поверхности откосов дамб и выход грунтовых вод возможен только в нижней части откосов. В этих местах для отвода воды рекомендуется устроить дренаж.

Значения расходов воды в местах выхода фильтрационного потока на поверхность откосов дамбы приведены табл. 3.

*ООО «Диагностика сооружений»*

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>215</b>
-------------	---	------------



«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 17  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

Таблица 3 – Удельные расходы воды

Дамба	Сечение	Отметка УВ, м	Отметки места выхода	Расход, м <sup>3</sup> /сут на пог. м	№ рисунка
Западная	1-1	300,00	288 - 294	0,05 (0,2*)	14 (16*)
		316,00	302	0,04 (0,03*)	18 (20*)
Восточная	6-6	304,00	287 - 298	(0,24*)	(33*)
		316,00	302	1,10 (1,10*)	35(37*)
Северо- восточная Часть дамбы	4-4	316,00	248	1,63	47
			239,4	1,48	48

\*) в случае замены супесчаного ядра на ядро из хвостов пляжной зоны (ИГЭ-3а)

Расчетное положение кривой депрессии и фильтрационные силы от установившегося фильтрационного потока в дальнейшем использовались при расчетах устойчивости сооружения.

Расчеты показали, что значения коэффициентов устойчивости откосов дамб для всех сочетаний нагрузок и вариантов расчетов выше нормативных для данного класса ответственности (рис. 21 – 26, рис. 38 – 43 и рис. 49 – 54). Результаты расчетов устойчивости представлены в табл. 4.

Следует отметить, что при расчетах устойчивости МКЭ определяются смещения точек расчетной области при снижении прочности грунта. Полные смещения не имеют физического смысла, но их рост на последнем шаге (при разрушении), представленный на приведенных рисунках, указывает на вероятный механизм разрушения. Поверхностью обрушения является граница зоны возможных смещений.

Как показывают результаты дополнительных расчетов, при замене супесчаных ядер Западной и Восточной дамб на ядра из хвостов пляжной зоны (ИГЭ-3а) значения коэффициентов устойчивости откосов дамб немного понижаются (с 2,18 до 2,06 для Западной и с 2,03 до 1,82 для Восточной дамбы), но остаются выше нормативных. При этом в строительном случае существенно увеличиваются фильтрационные расходы через дамбу (с 0,05 до 0,14 м<sup>3</sup>/сут на пог. м для Западной и с 0,0 до 0,24 м<sup>3</sup>/сут на пог. м для Восточной дамбы).

В основном расчетном случае при замене супесчаных ядер дамб на ядра из хвостов пляжной зоны фильтрационные расходы в местах выхода фильтрационного потока на поверхность откосов дамбы практически не изменяются.

ООО «Диагностика сооружений»

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>216</b>
-------------	---	------------

«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 18  
 конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

Таблица 4 – Результаты расчетов устойчивости откосов дамбы хвостохранилища

Дамба	Сечение	Отметка гребня	Уровень воды	Сочетание нагрузок	Коэффициент устойчивости		Рисунок
					Нормативный	расчетный	
Западная часть дамбы	1-1	302	300	основное	1,25	2,18	21
				основное (ядро из хвостов)	1,25	2,06	22
		318	316	основное	1,25	>1,97	23
				особое	1,1875	1,78	24
				Особое (сейсмика ПЗ – 7 баллов)	1,1875	1,96	25
				Особое (сейсмика МРЗ – 8 баллов)	1,0625	1,88	26
Восточная часть дамбы	6-6	306	304	основное	1,25	2,03	38
				основное (ядро из хвостов)	1,25	1,82	39
		318	316	основное	1,25	1,74	40
				особое	1,1875	1,61	41
				Особое (сейсмика ПЗ – 7 баллов)	1,1875	1,65	42
				Особое (сейсмика МРЗ – 8 баллов)	1,0625	1,57	43
Северо-восточная часть дамбы	4-4	290	284,75	основное	1,25	2,21	49
				особое (без пляжа)	1,1875	1,82	50
		318	316	основное	1,25	1,98	51
				особое (без пляжа)	1,1875	1,83	52
				особое (сейсмика ПЗ – 7 баллов)	1,125	1,78	53
				особое (сейсмика МРЗ – 8 баллов)	1,125	1,61	54

ООО «Диагностика сооружений»

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>217</b>
-------------	---	------------

«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа» 19

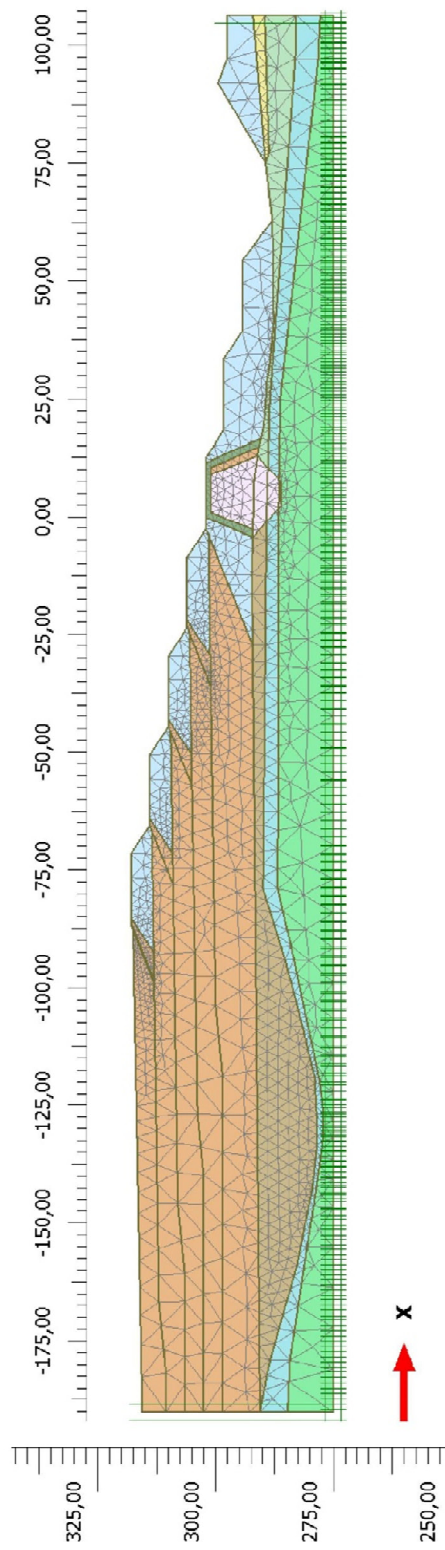


Рисунок 6 – Расчетная конечнэлементная модель западной части дамбы для сечения I-I

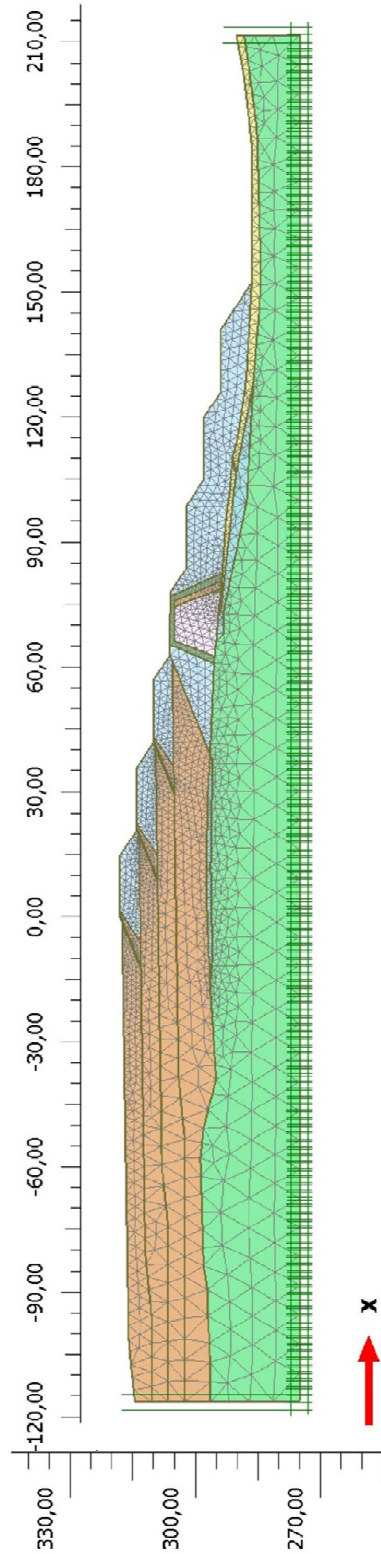


Рисунок 7 – Расчетная конечнэлементная модель восточной части ограждающей дамбы для сечения б-б

ООО «Диагностика сооружений»

«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа» 20

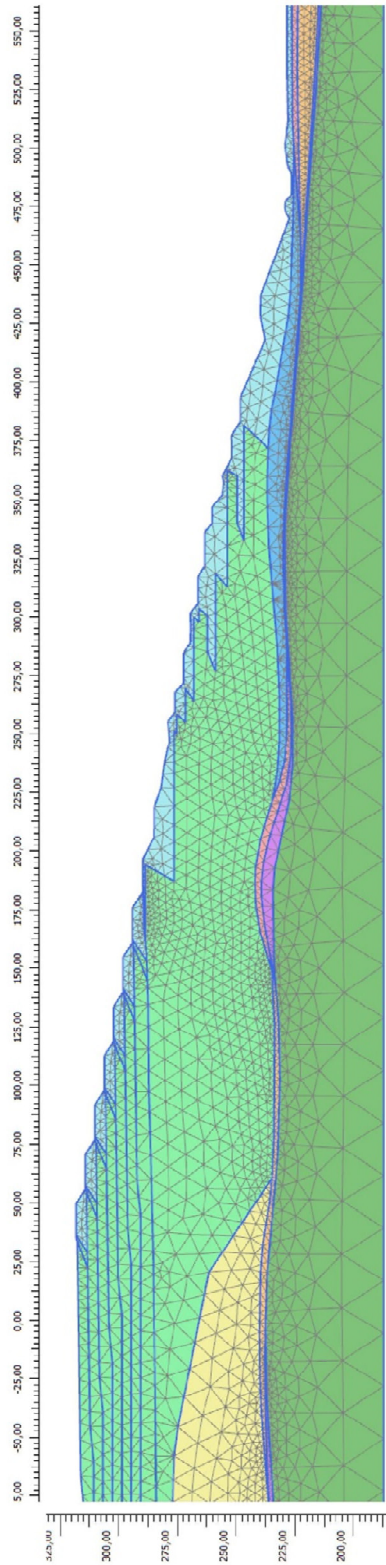


Рисунок 8 – Расчетная конечноеlementная модель северо-восточной части дамбы для сечения 4-4

ООО «Диагностика сооружений»



«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 21  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

**Западная дамба. Сечение 1-1**

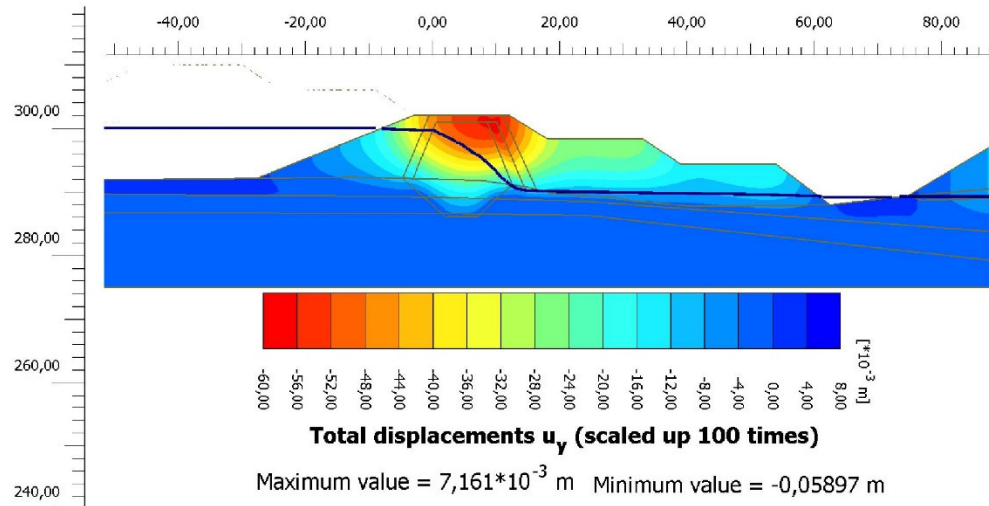


Рисунок 9 – Вертикальные смещения после первого этапа возведения.

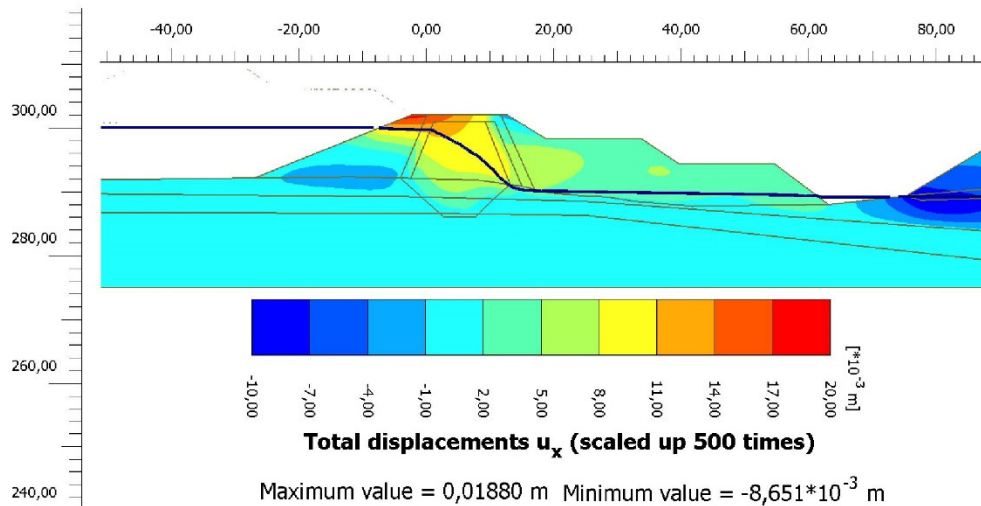


Рисунок 10 – Горизонтальные смещения после первого этапа возведения.

ООО «Диагностика сооружений»

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	220
------	---	-----

«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 22  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

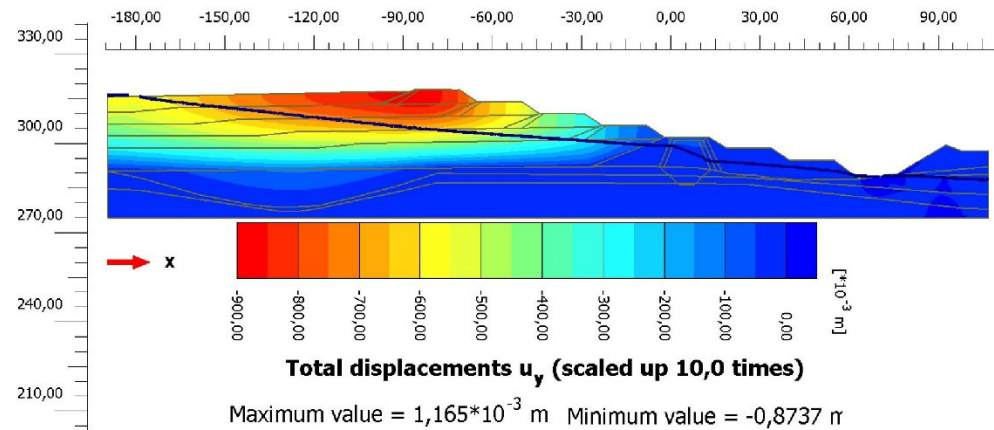


Рисунок 11 – Вертикальные смещения после второго этапа возведения

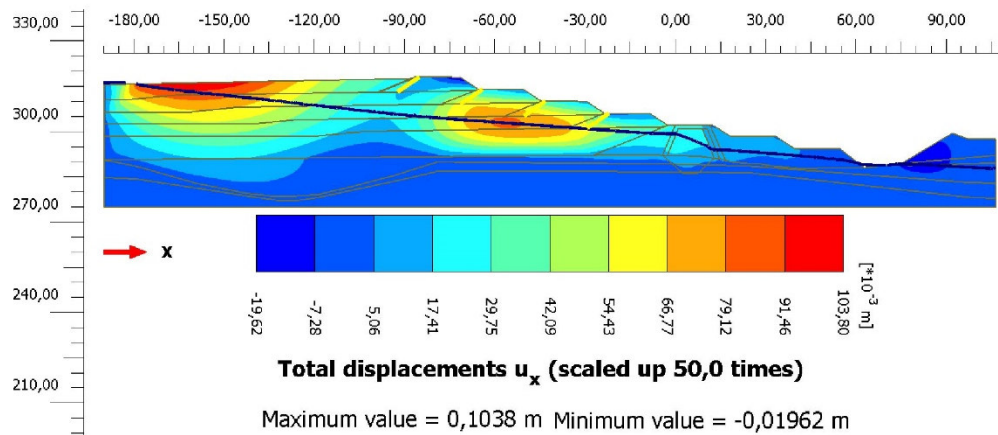


Рисунок 12 – Горизонтальные смещения после второго этапа возведения

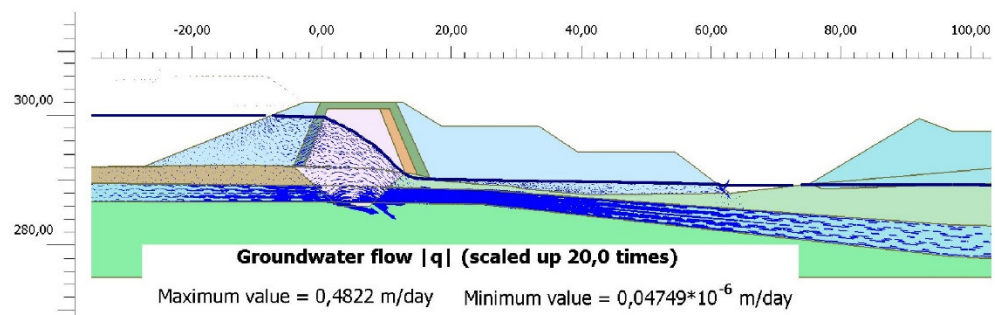


Рисунок 13 – Фильтрационное поле и положение кривой депрессии в Западной дамбе (ядро из супеси ИГЭ ба)

ООО «Диагностика сооружений»

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	221
------	---	-----



«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 23  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

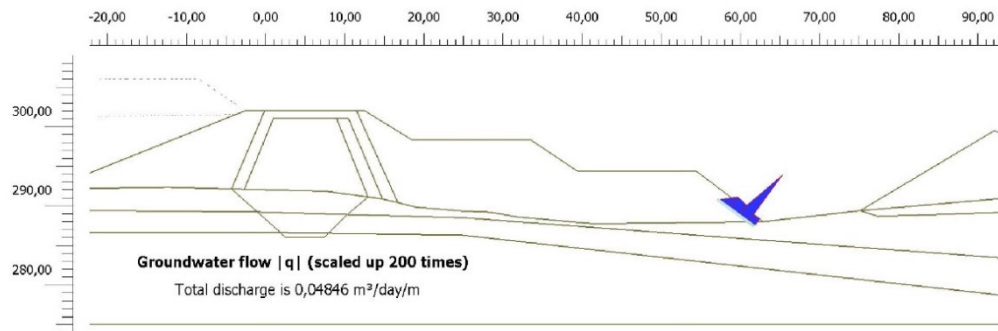


Рисунок 14 – Эпюра фильтрационных расходов через сечения А-А\*, удельный  
фильтрационный расход составляет  $\approx 0,048 \text{ м}^3/\text{сут}/\text{пог.м}$  (ядро из супеси)

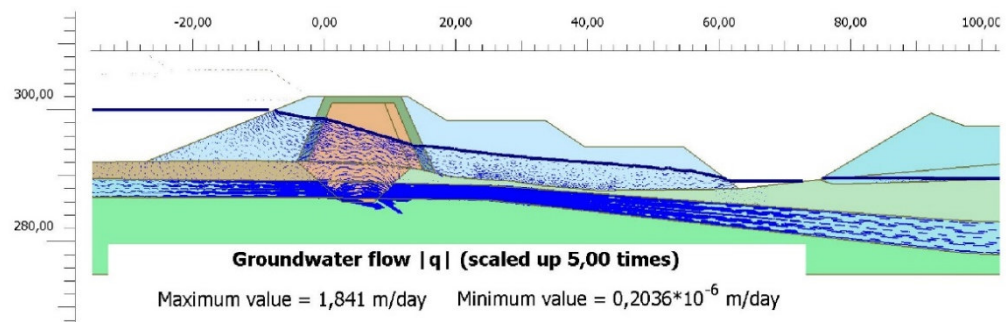


Рисунок 15 – Фильтрационное поле и положение кривой депрессии в Западной дамбе  
(ядро из хвостов ИГЭ 3а)

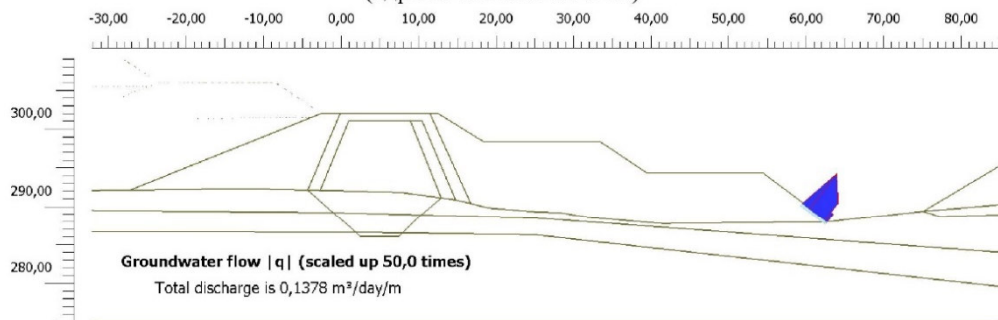


Рисунок 16 – Эпюра фильтрационных расходов через сечения А-А\*, удельный  
фильтрационный расход составляет  $\approx 0,14 \text{ м}^3/\text{сут}/\text{пог.м}$  (ядро из хвостов ИГЭ 3а)

ООО «Диагностика сооружений»

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	222
------	---	-----

«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 24  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

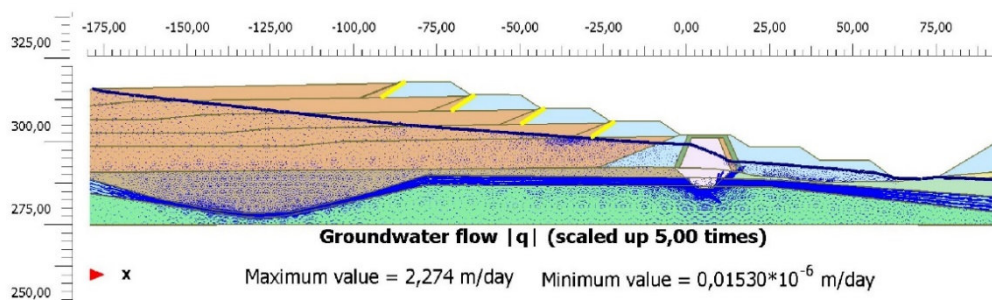


Рисунок 17 – Фильтрационное поле и положение кривой депрессии при наличии пляжа после второго этапа возведения (ядро из супеси ИГЭ 6а)

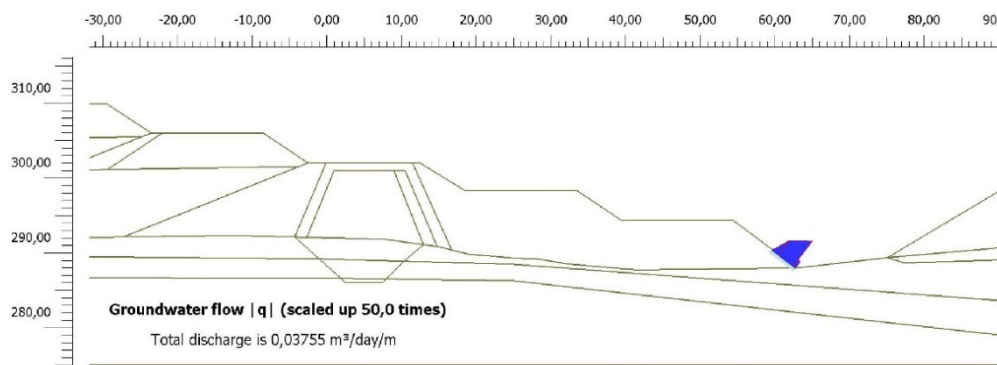


Рисунок 18 – Эпюра фильтрационных расходов через сечения А-А\*, удельный фильтрационный расход составляет ≈ 0,04 м³/сут/пог.м (ядро из супеси)

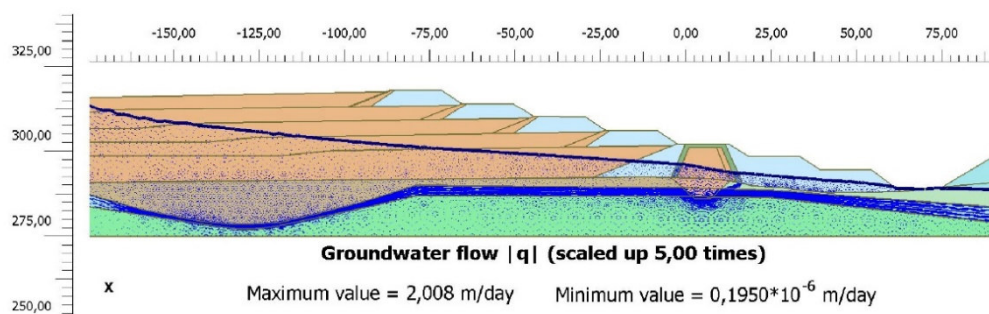


Рисунок 19 – Фильтрационное поле и положение кривой депрессии при наличии пляжа после второго этапа возведения (ядро из хвостов ИГЭ 3а)

ООО «Диагностика сооружений»

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	223
------	---	-----

«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 25  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

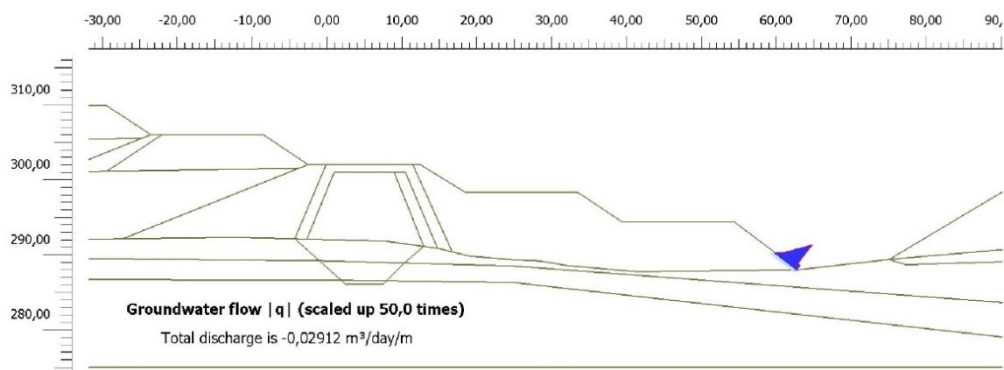


Рисунок 20 – Эпюра фильтрационных расходов через сечения А-А\*, удельный  
фильтрационный расход составляет  $\approx 0,03 \text{ м}^3/\text{сут}/\text{пог.м}$  (ядро из хвостов ИГЭ 3а)

ООО «Диагностика сооружений»

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>224</b>
-------------	---	------------

«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 26  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

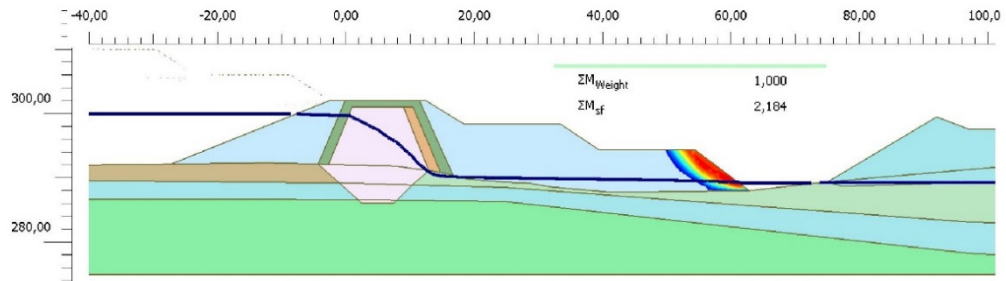


Рисунок 21 – Вид наиболее опасной призмы обрушения наружного откоса западной дамбы, коэффициент устойчивости  $k_s = 2,18$  (ядро из супеси ИГЭ ба)

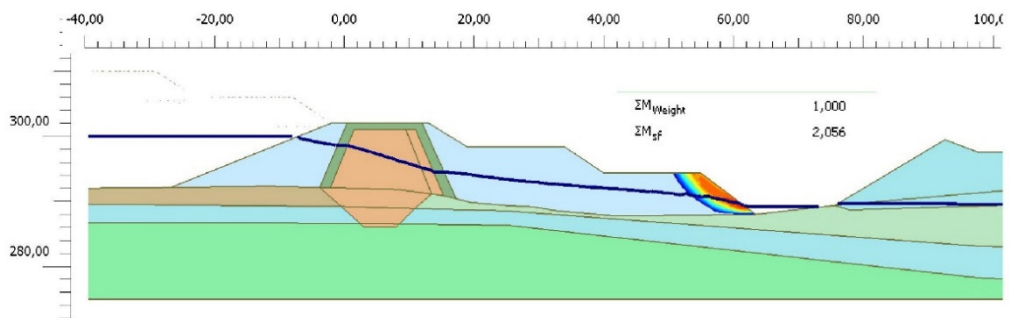


Рисунок 22 – Вид наиболее опасной призмы обрушения наружного откоса западной дамбы, коэффициент устойчивости  $k_s = 2,06$  (ядро из хвостов ИГЭ 3а)

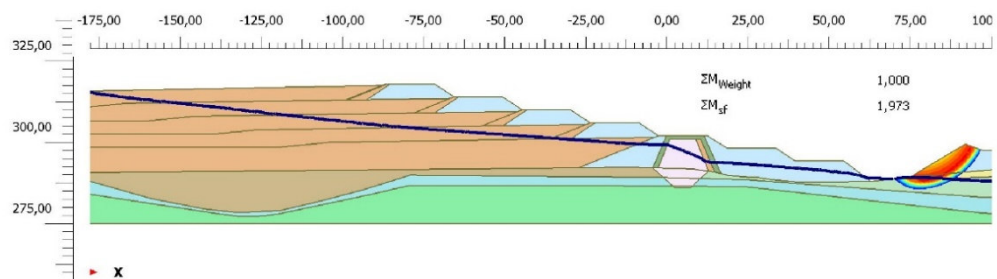


Рисунок 23 – Вид наиболее опасной призмы обрушения в сечении 1-1 западной части дамбы после второго этапа возведения, коэффициент устойчивости  $k_s = 1,97$ . Основной расчетный случай. (Коэффициент устойчивости наружного откоса  $k_s > 1,97$ )

ООО «Диагностика сооружений»

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	225
------	---	-----



«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 27  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

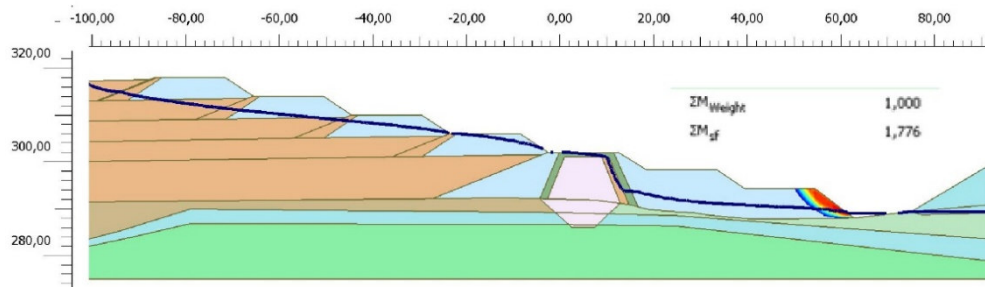


Рисунок 24 – Вид наиболее опасной призмы обрушения наружного откоса западной части дамбы после второго этапа возведения, коэффициент устойчивости  $k_s = 1,78$  (особый расчетный случай)

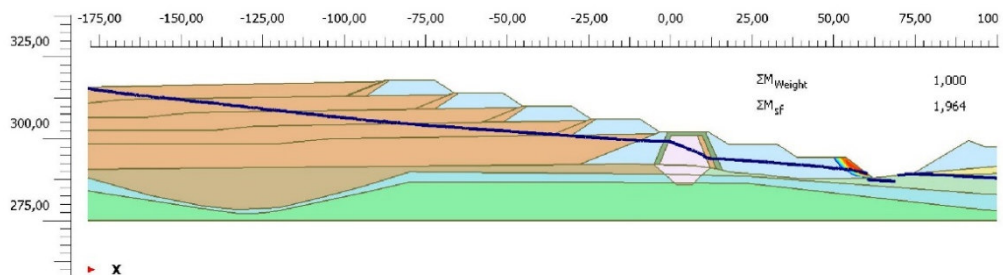


Рисунок 25 – Вид наиболее опасной призмы обрушения наружного откоса западной части дамбы после второго этапа возведения, коэффициент устойчивости  $k_s = 1,97$  (с учетом сеймики уровня ПЗ)

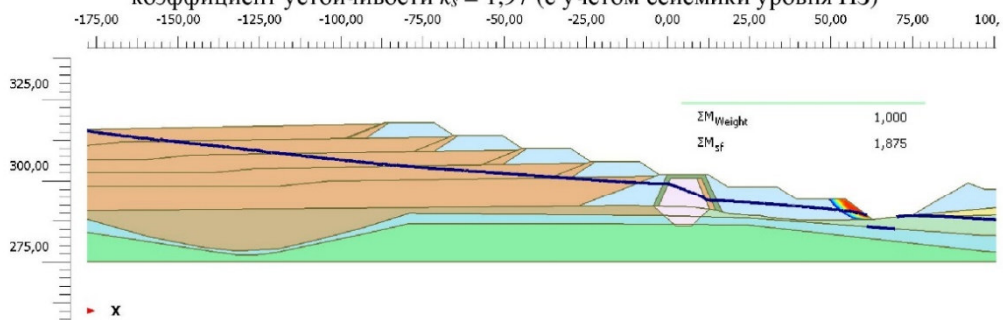


Рисунок 26 – Вид наиболее опасной призмы обрушения наружного откоса западной части дамбы после второго этапа возведения, коэффициент устойчивости  $k_s = 1,88$  (с учетом сеймики уровня МРЗ)

ООО «Диагностика сооружений»

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	226
------	---	-----

«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 28  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

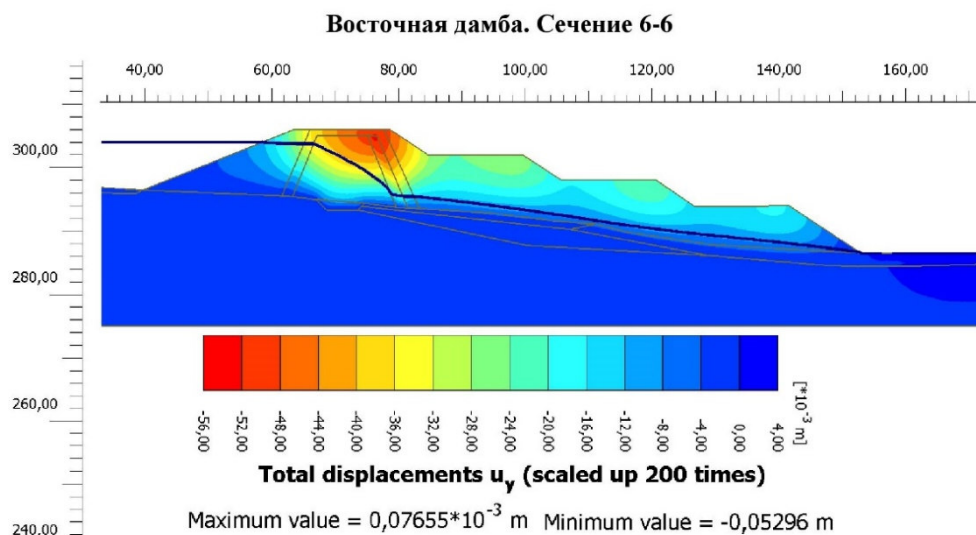


Рисунок 27 – Вертикальные смещения после первого этапа возведения.

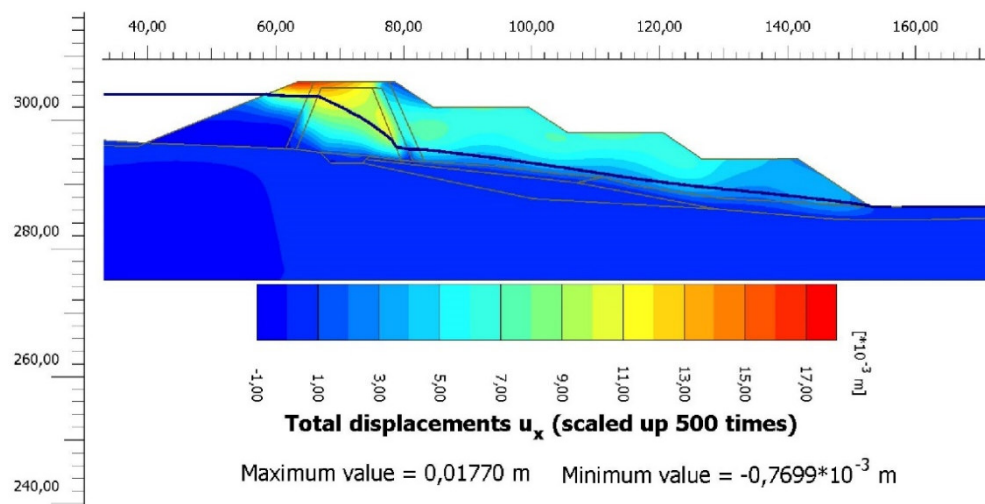


Рисунок 28– Горизонтальные смещения после первого этапа возведения.

ООО «Диагностика сооружений»

<b>2022</b>	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	<b>227</b>
-------------	---	------------



«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 29  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

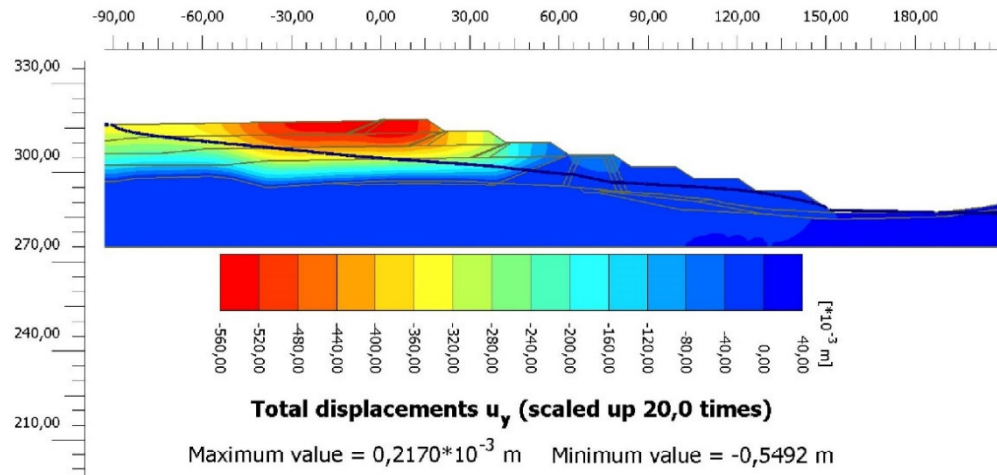


Рисунок 29– Вертикальные смещения после второго этапа возведения

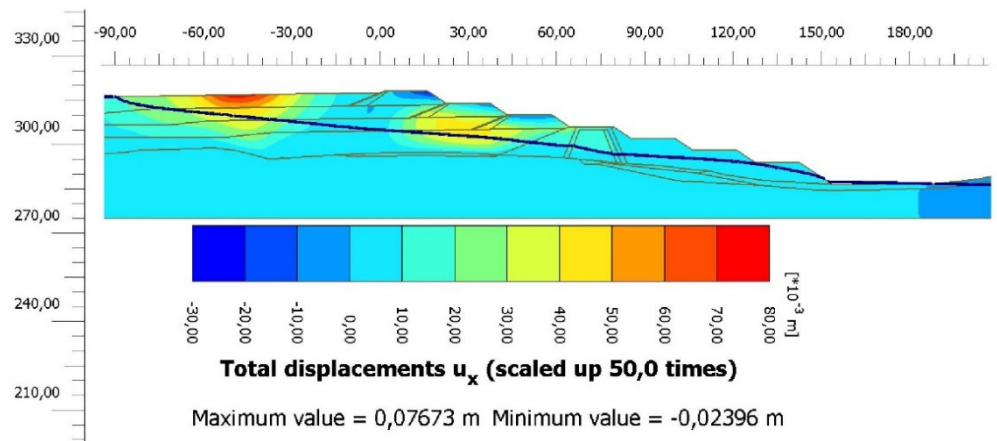


Рисунок 30 – Горизонтальные смещения после второго этапа возведения

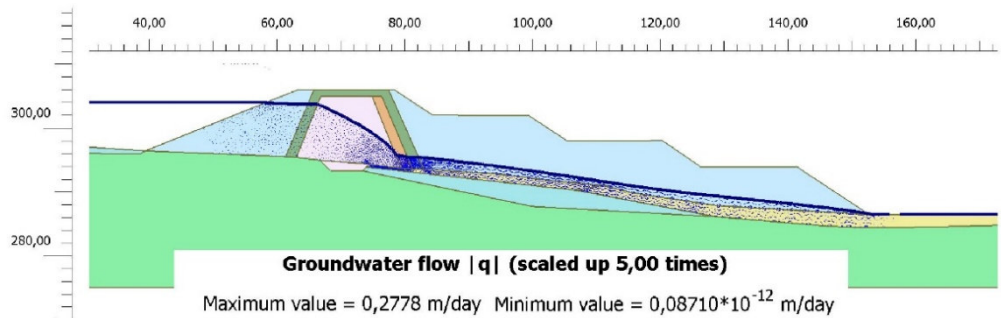


Рисунок 31 – Фильтрационное поле и положение кривой депрессии  
в Восточной дамбе (грунт ядра ИГЭ 6а)

ООО «Диагностика сооружений»

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	228
------	---	-----

«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 30  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

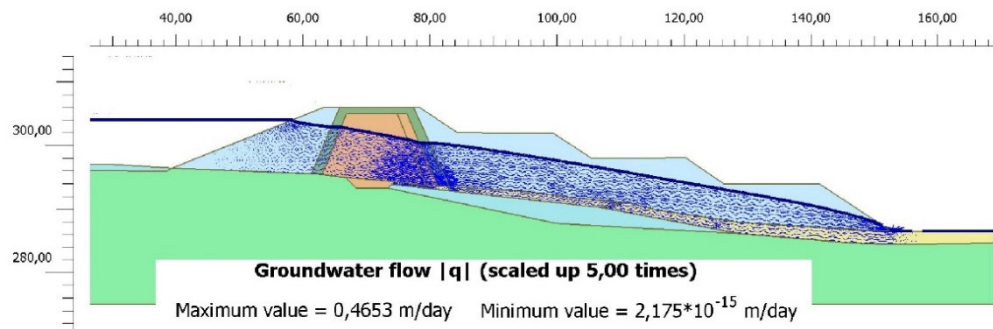


Рисунок 32 – Фильтрационное поле и положение кривой депрессии в Восточной дамбе (грунт ядра ИГЭ 3а)

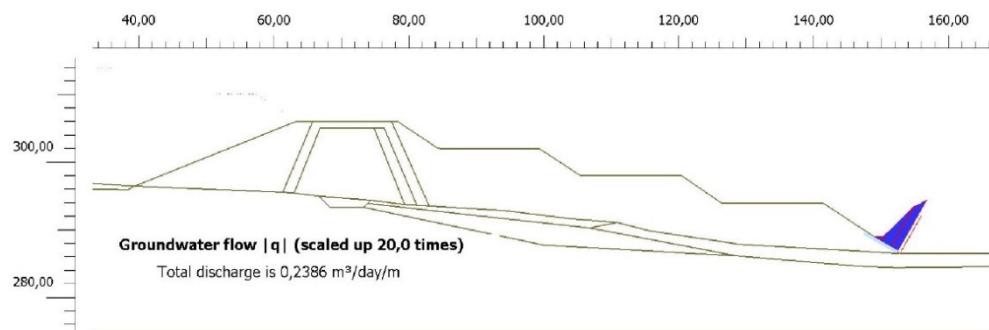


Рисунок 33 – Эпюра фильтрационных расходов, удельный фильтрационный расход через сечение составляет  $\approx 0,24 \text{ м}^3/\text{сут}/\text{пог.м}$ , ядро из хвостов

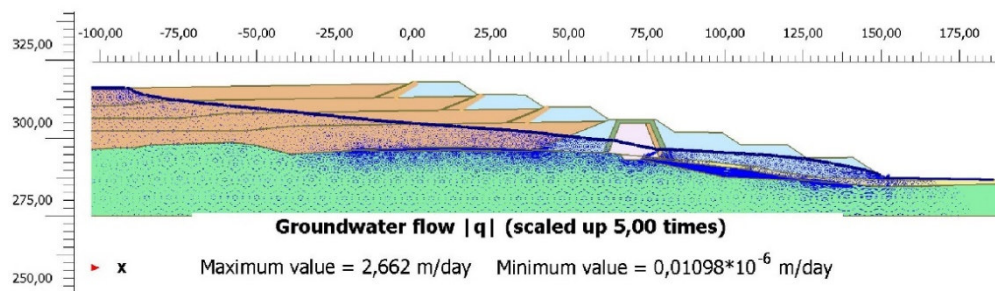


Рисунок 34 – Фильтрационное поле и положение кривой депрессии при наличии пляжа после второго этапа возведения

ООО «Диагностика сооружений»

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	229
------	---	-----

«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 31  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

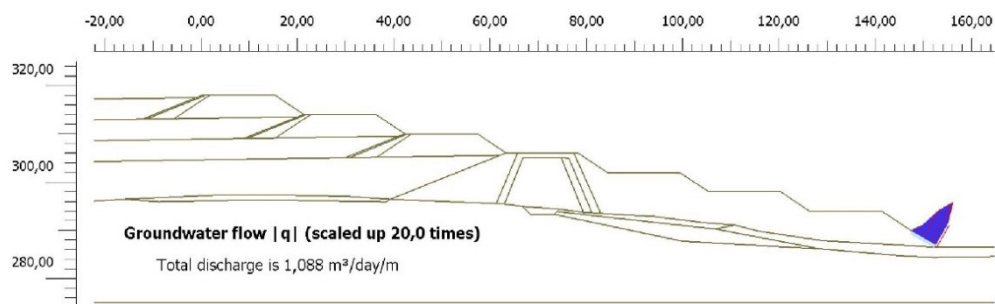


Рисунок 35 – Эпюра фильтрационных расходов через сечения А-А\*, удельный фильтрационный расход составляет  $\approx 1,10 \text{ м}^3/\text{сут}/\text{пог.м}$  (ядро из суглинки)

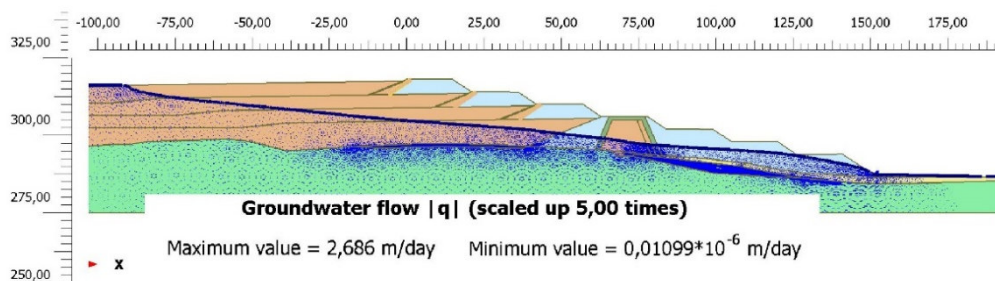


Рисунок 36 – Фильтрационное поле и положение кривой депрессии при наличии пляжа после второго этапа возведения (ядро из хвостов ИГЭ 3а)

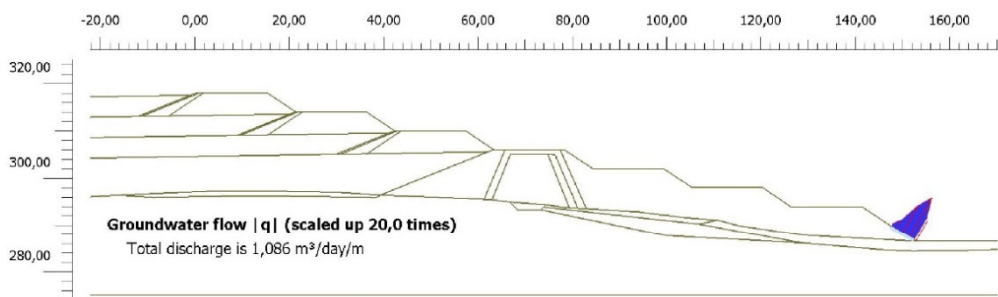


Рисунок 37 – Эпюра фильтрационных расходов через сечения А-А\*, удельный фильтрационный расход составляет  $\approx 1,10 \text{ м}^3/\text{сут}/\text{пог.м}$  (ядро из хвостов ИГЭ 3а)

ООО «Диагностика сооружений»

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	230
------	---	-----

«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 32  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

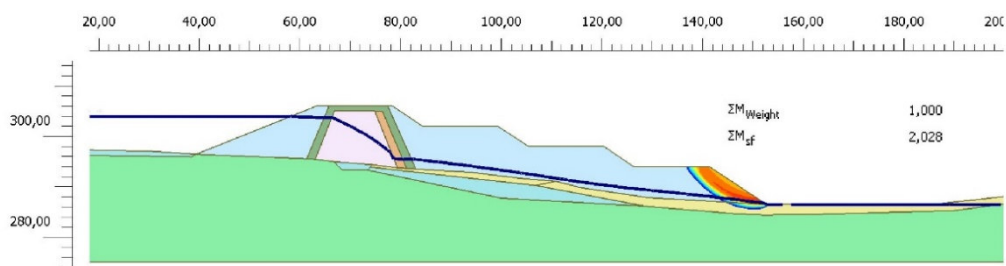


Рисунок 38 – Вид наиболее опасной призмы обрушения наружного откоса Восточной дамбы, коэффициент устойчивости  $k_s = 2,03$  (грунт ядра ИГЭ ба)

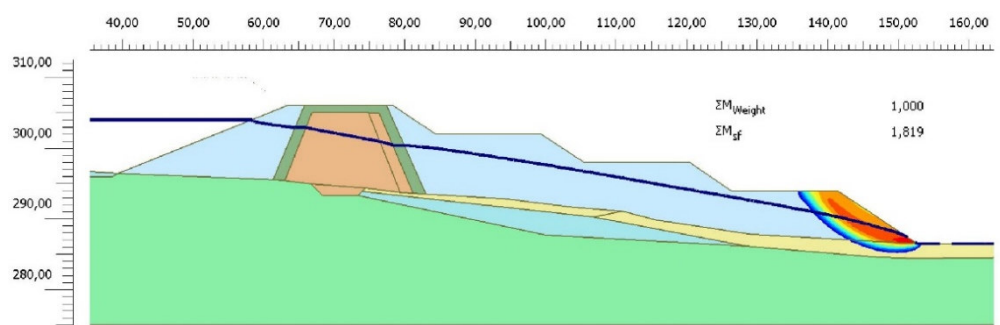


Рисунок 39 – Вид наиболее опасной призмы обрушения наружного откоса Восточной дамбы, коэффициент устойчивости  $k_s = 1,82$  (грунт ядра ИГЭ 3а)

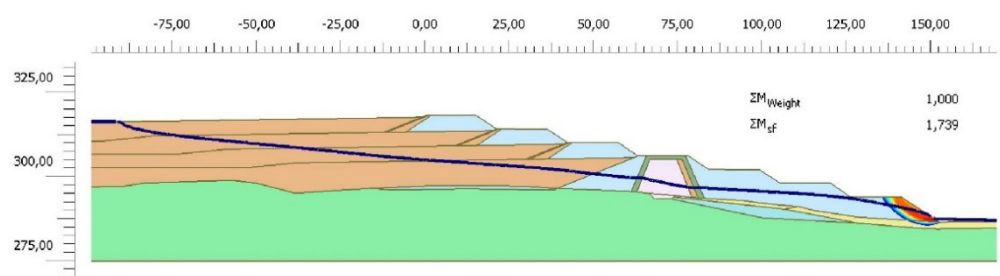


Рисунок 40 – Вид наиболее опасной призмы обрушения наружного откоса Восточной дамбы после второго этапа возведения, коэффициент устойчивости  $k_s = 1,74$  (основной расчетный случай)

ООО «Диагностика сооружений»

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	231
------	---	-----



«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 33  
 конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

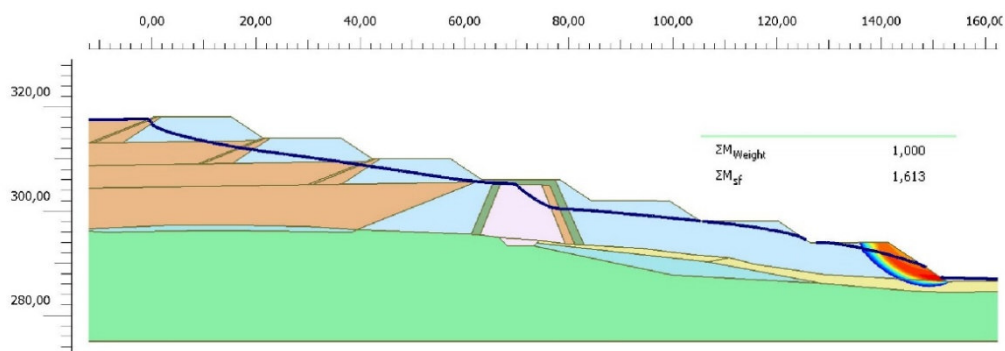


Рисунок 41 – Вид наиболее опасной призмы обрушения наружного откоса Восточной дамбы после второго этапа возведения, коэффициент устойчивости  $k_s = 1,61$  (особый расчетный случай)

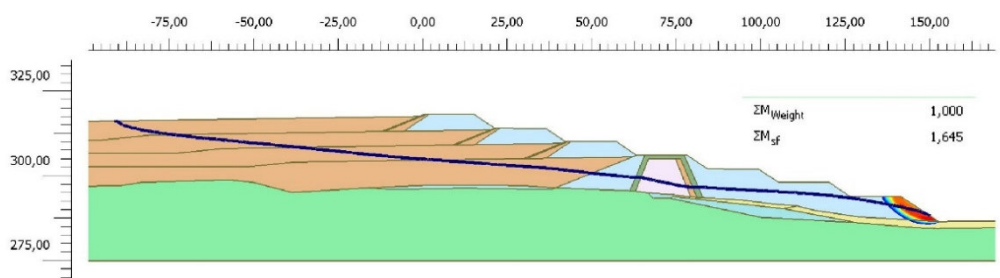


Рисунок 42 – Вид наиболее опасной призмы обрушения наружного откоса Восточной дамбы после второго этапа возведения, коэффициент устойчивости  $k_s = 1,65$  (с учетом сейсмики уровня ПЗ)

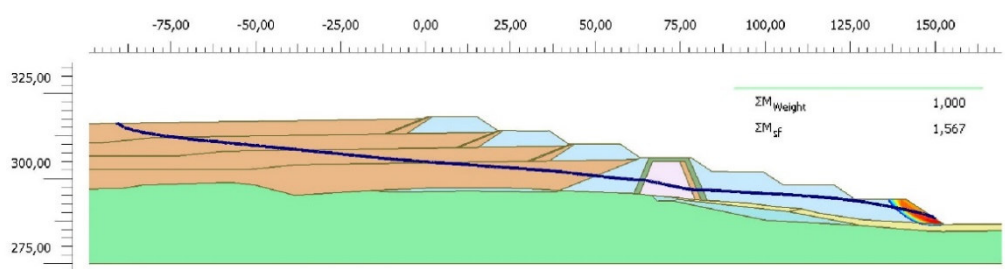


Рисунок 43 – Вид наиболее опасной призмы обрушения наружного откоса Восточной дамбы после второго этапа возведения, коэффициент устойчивости  $k_s = 1,57$  (с учетом сейсмики уровня МРЗ)

ООО «Диагностика сооружений»

**Северо-восточная часть дамбы. Сечение 4-4**

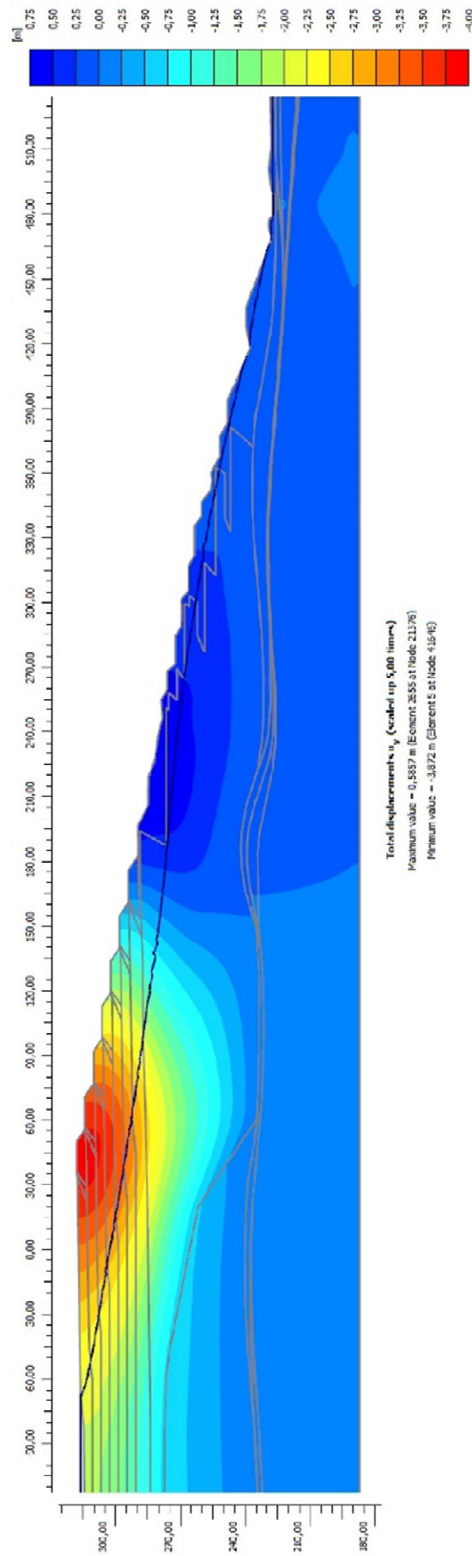


Рисунок 44 – Сечение 4-4. Осадки дамбы при наращивании с отметки 290 м до отметки 318 м составляют  $U_y = 3,9$  м

ООО «Диагностика сооружений»



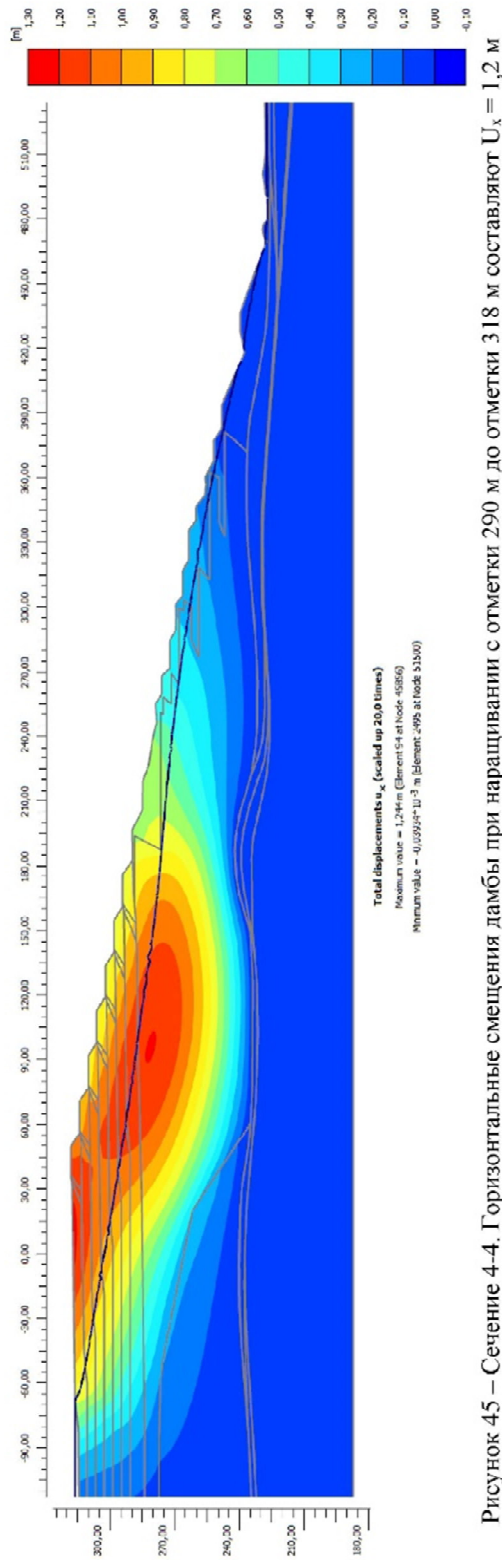


Рисунок 45 – Сечение 4-4. Горизонтальные смещения дамбы при наращивании с отметки 290 м до отметки 318 м составляют  $U_x = 1,2$  м

ООО «Диагностика сооружений»

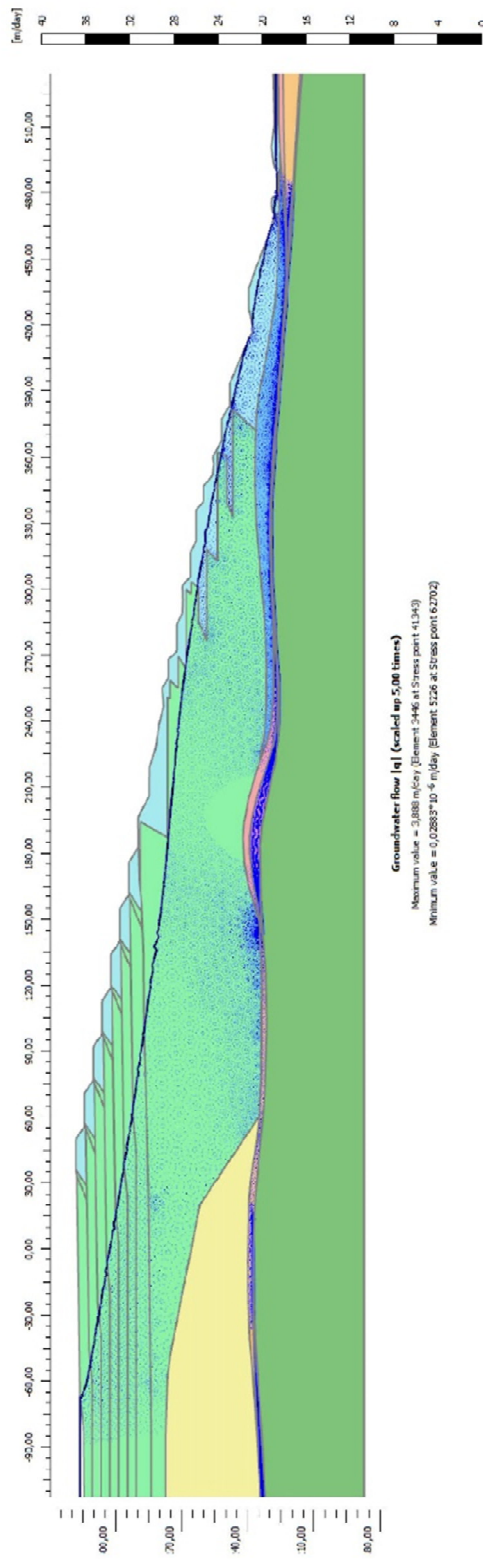


Рисунок 46 – Сечение 4-4. Фильтрационное поле и положение кривой депрессии при проектной отметке 318 м

ООО «Диагностика сооружений»

«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа» 37

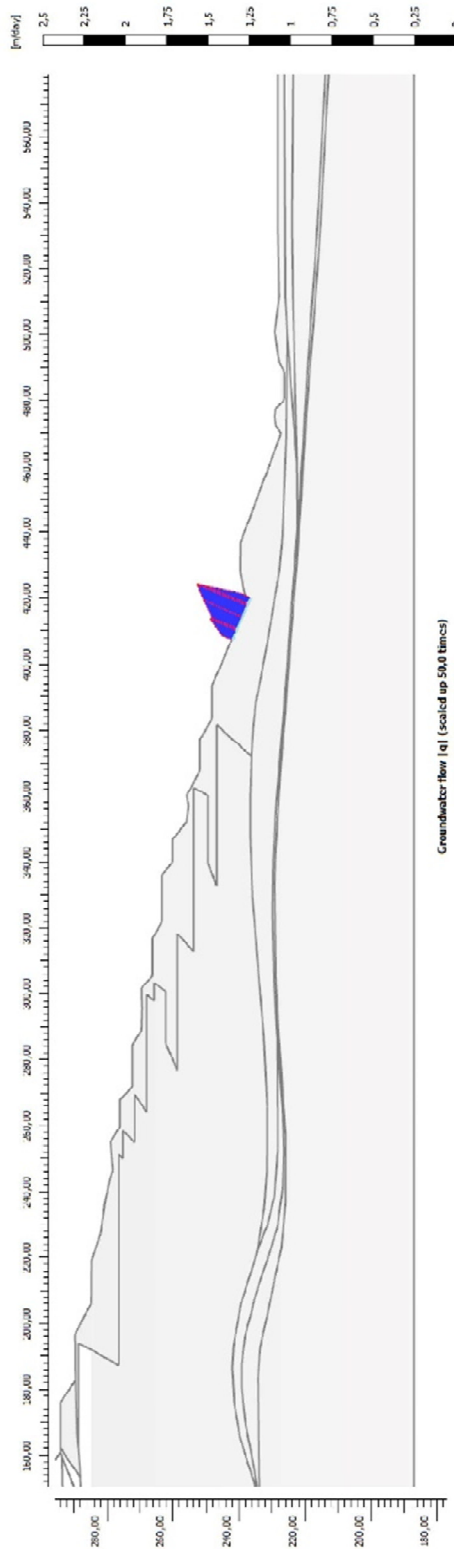


Рисунок 47 – Сечение 4-4. Расход в месте выхода воды на поверхность откоса дамбы 248 составляет  $q = 1,63 \text{ м}^3/\text{сут}/\text{пог.м.}$

ООО «Диагностика сооружений»

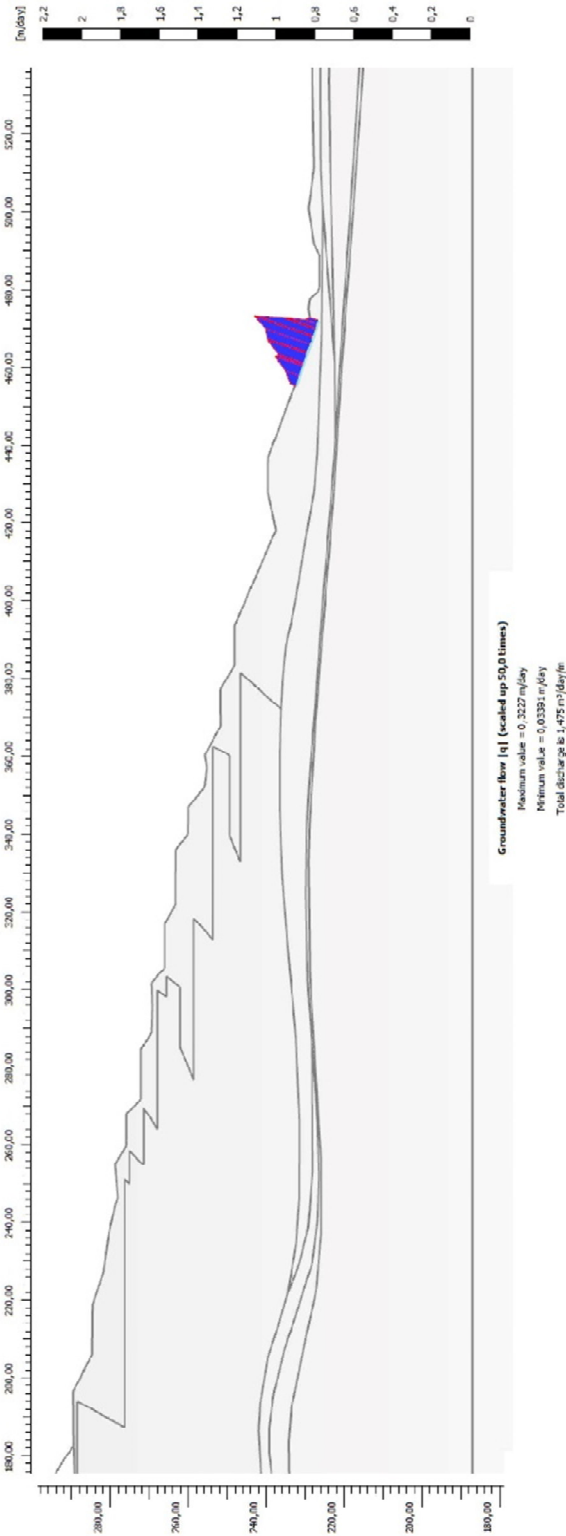


Рисунок 48 – Сечение 4-4. Расход в месте выхода воды на поверхность откоса дамбы 239,4 составляет  $q = 1,48 \text{ м}^3/\text{сут}/\text{пог.м}$ .

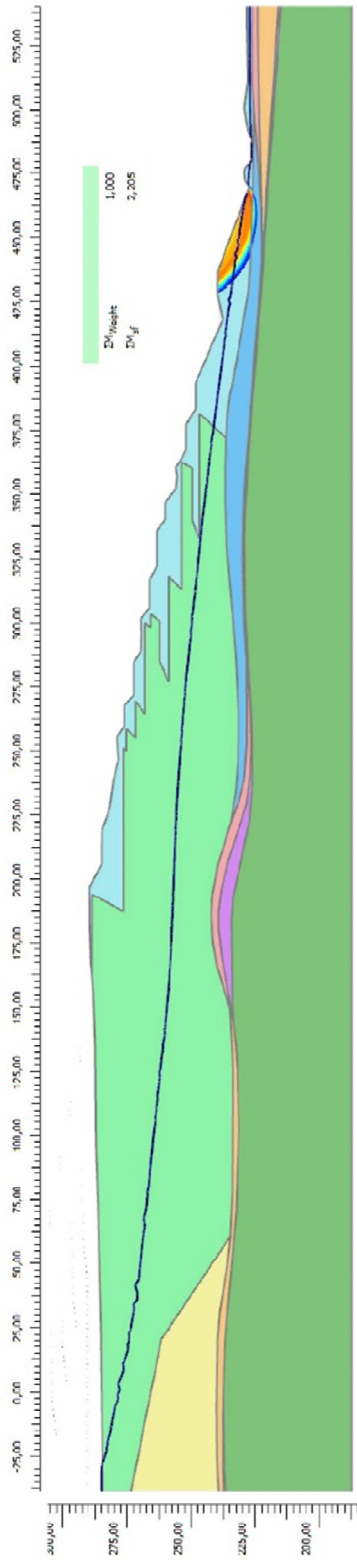


Рисунок 49 – Сечение 4-4. Существующее состояние. Потенциальная поверхность обрушения с расчетным коэффициентом устойчивости  $k_s = 2,21$

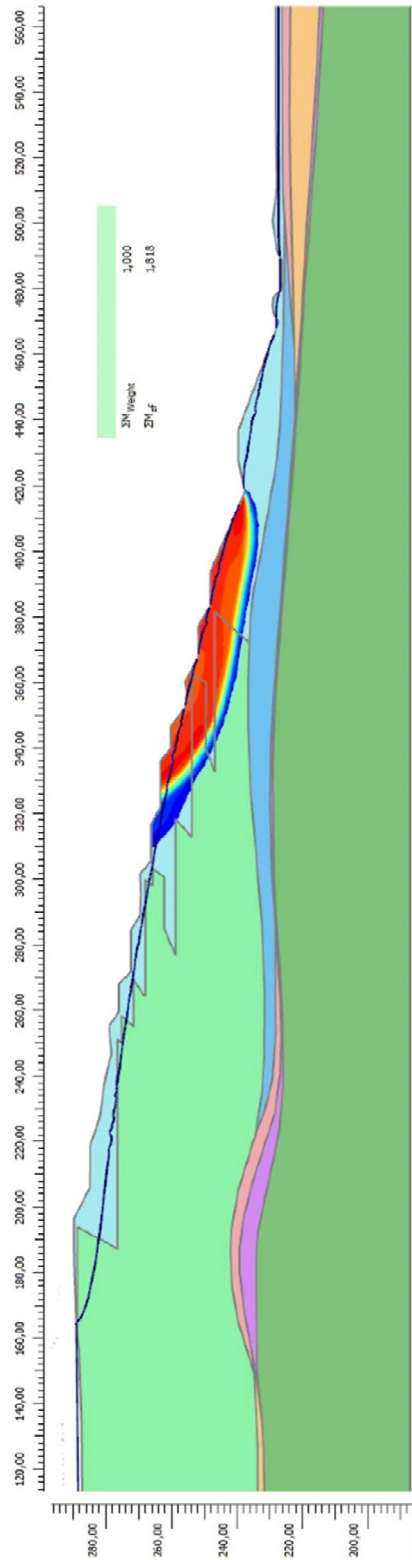
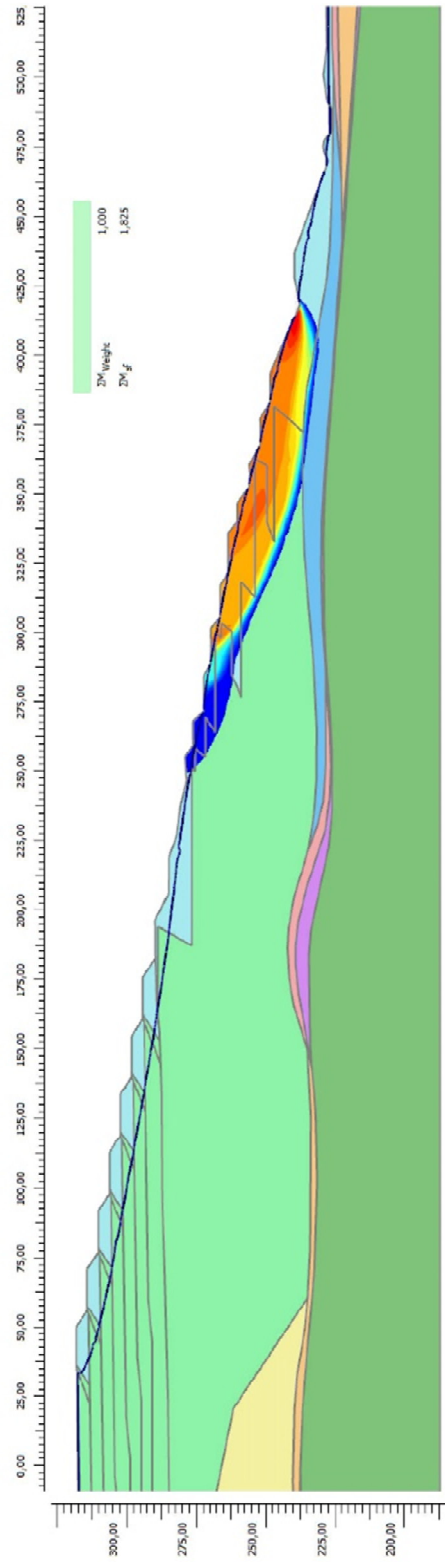
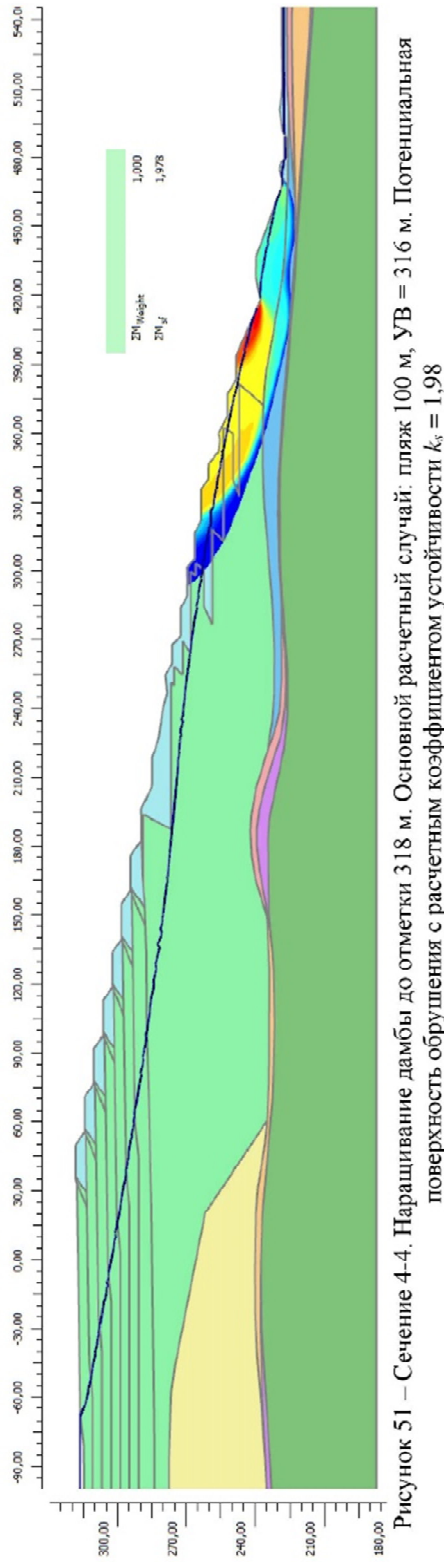


Рисунок 50 – Сечение 4-4. Существующее состояние, без учета пляжа. Потенциальная поверхность обрушения с расчетным коэффициентом устойчивости  $k_s = 1,82$

ООО «Диагностика сооружений»



ООО «Диагностика сооружений»



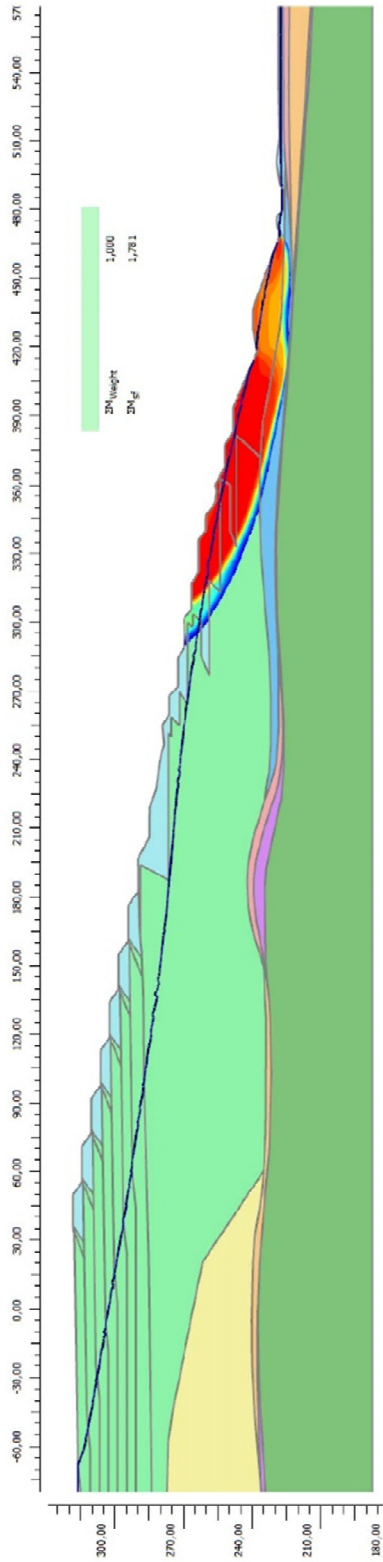


Рисунок 53 – Сечение 4-4. Нарастивание дамбы до отметки 318 м. Особый расчетный случай: учет сейсмического воздействия уровня ПЗ (7 баллов). Потенциальная поверхность обрушения с расчетным коэффициентом устойчивости  $K_s = 1,78$

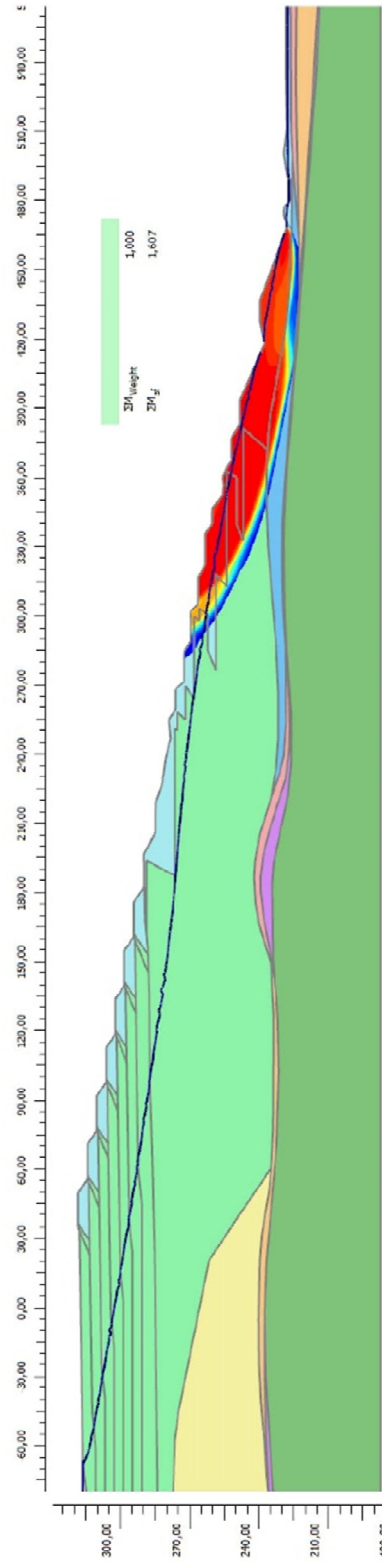


Рисунок 54 – Сечение 4-4. Нарастивание дамбы до отметки 318 м. Особый расчетный случай: учет сейсмического воздействия уровня МРЗ (8 баллов). Потенциальная поверхность обрушения с расчетным коэффициентом устойчивости  $K_s = 1,61$

ООО «Диагностика сооружений»

#### 4. РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕКОМЕНДУЕМЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Результаты расчетов фильтрации в сечениях Западной и Восточной дамб показали, что, как для этапов возведения пионерных дамб без отложения хвостов в ВБ, так и для дамб полного профиля фильтрационный поток выходит на поверхность нижнего откоса дамб. Для отвода воды рекомендуется устройство дренажа под нижним откосом на отметках поверхности основания, рис. 55 – 56. Расчетные значение расхода в дренаж в сечениях 1-1 и 6-6 составляют  $q = 0,80 \text{ м}^3/\text{сут}/\text{пог.м}$  и  $q = 2,54 \text{ м}^3/\text{сут}/\text{пог.м}$  соответственно.

Результаты расчетов фильтрации в сечении 4-4 показали, что при наращивании дамбы до проектной отметки 318 м поток фильтрации выходит на поверхность дамб в двух местах в нижней части откосов. В этих местах для отвода воды рекомендуется устроить дренаж.

При устройстве двух дренажей в теле дамбы на отметках 236,4 м (глубина заложения 1 м) и 225,7 м (глубина заложения 2 м) кривая депрессии проходит ниже дневной поверхности и откос дамбы не обводняется. Положение кривой депрессии, распределение фильтрационного потока дамбы и фильтрационные расходы в дренажах для сечения 4-4 показаны на рис. 59 – 61. Значение расхода в дренажах равно  $q = 0,25 \text{ м}^3/\text{сут}/\text{пог.м}$  и  $q = 1,38 \text{ м}^3/\text{сут}/\text{пог.м}$  соответственно.

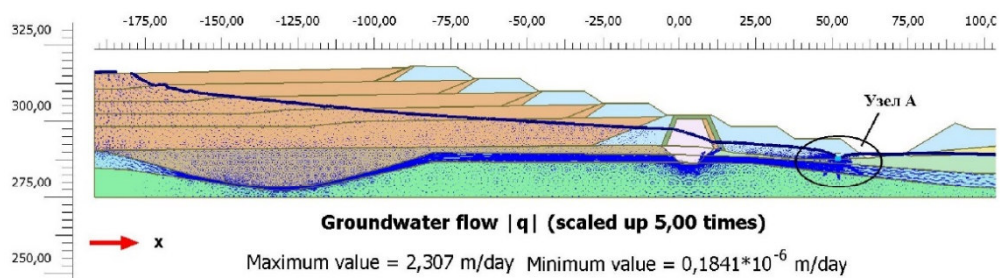


Рисунок 55 – Сечение 1-1. Положение кривой депрессии при проектной отметке 318 м с учетом устройства дренажей

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	241
------	---	-----

«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 43  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

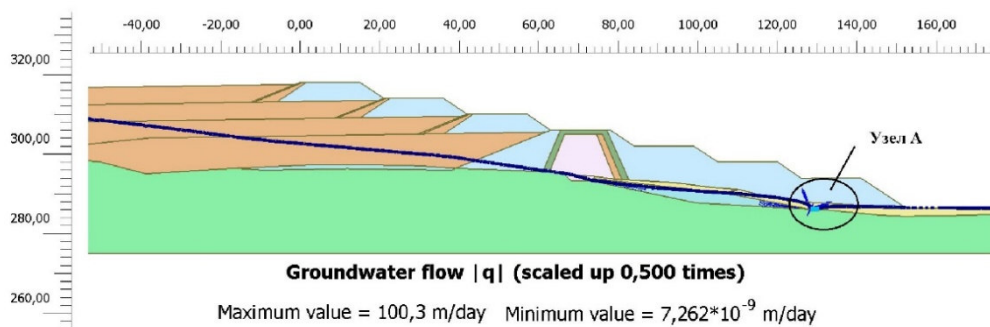


Рисунок 56 – Сечение 6-6. Положение кривой депрессии при проектной отметке 318 м с учетом устройства дренажей

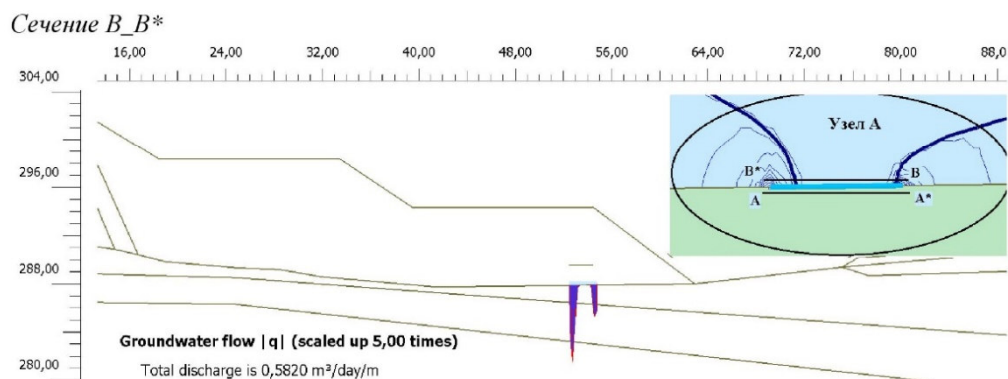
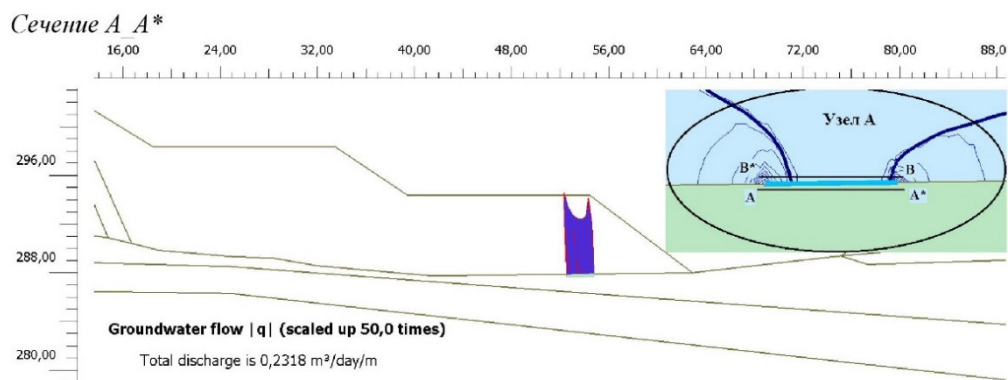


Рисунок 57 – Сечение 1-1. Расход в дренаже ( $q \approx 0,80 \text{ м}^3/\text{сут}/\text{пог.м}$ ).

ООО «Диагностика сооружений»

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	242
------	---	-----

«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 44  
 конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

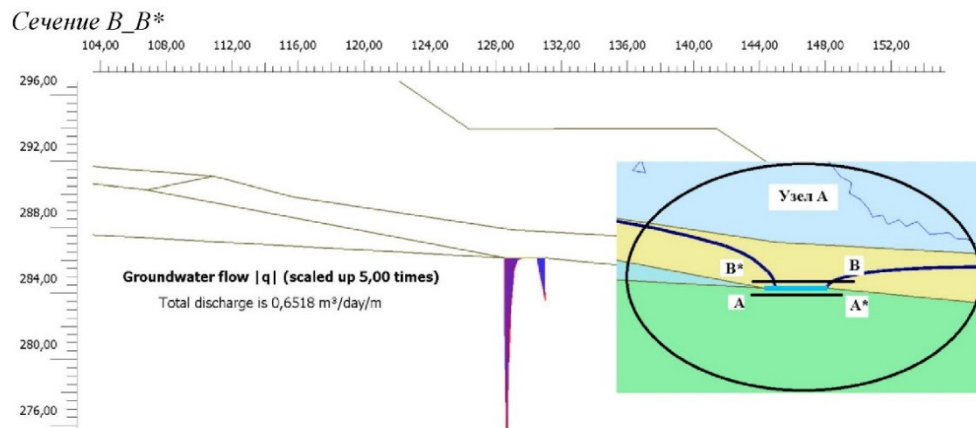
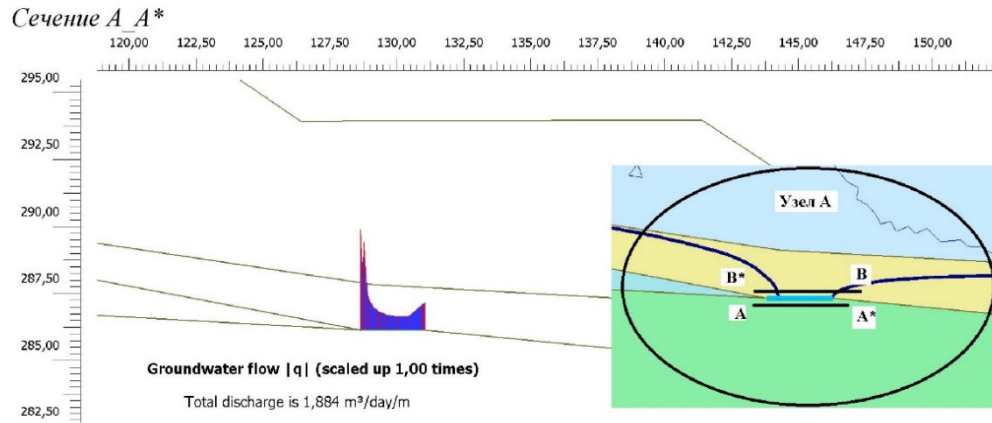


Рисунок 58– Сечение 6-6 Расход в дренаже ( $q \approx 2,54 \text{ м}^3/\text{сут}/\text{пог.м}$ )

ООО «Диагностика сооружений»

<p>2022</p>	<p>Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.</p>	<p>243</p>
-------------	--	------------

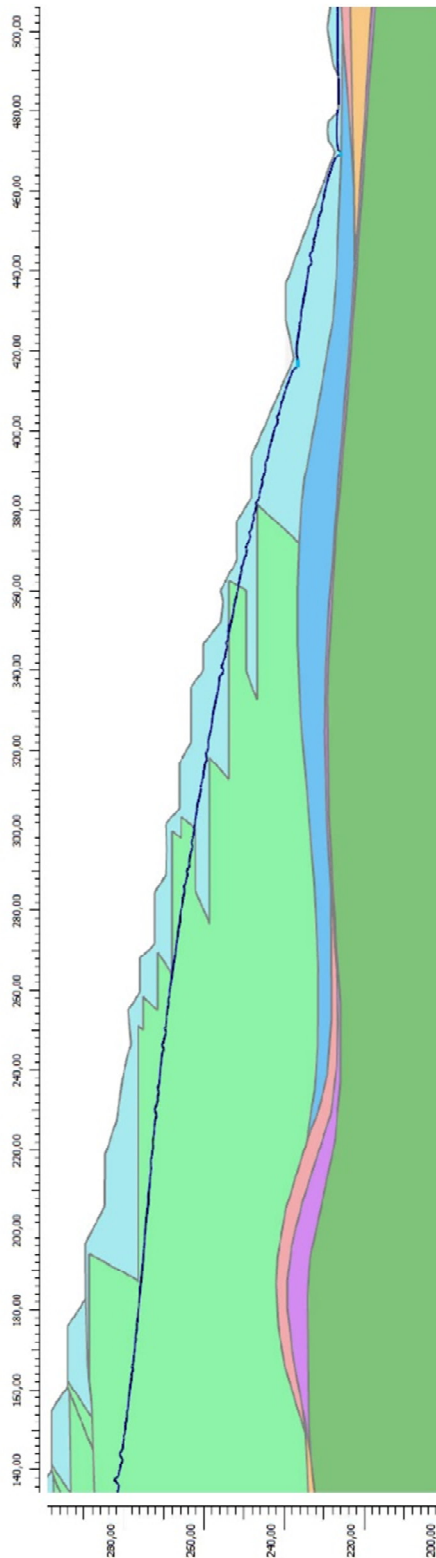


Рисунок 59 – Сечение 4-4. Положение кривой депрессии при проектной отметке 318 м с учетом устройства дренажей

ООО «Диагностика сооружений»

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	244
------	---	-----



«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа» 46

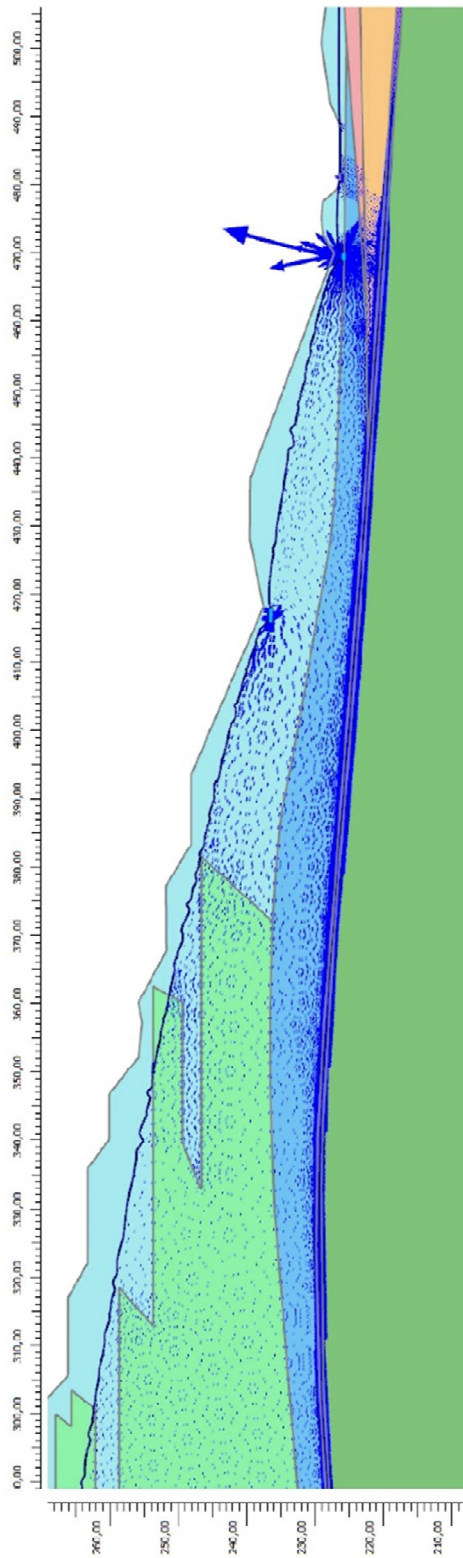


Рисунок 60 – Сечение 4-4. Фильтрационное поле при проектной отметке 318 м с учетом устройства дренажей

ООО «Диагностика сооружений»



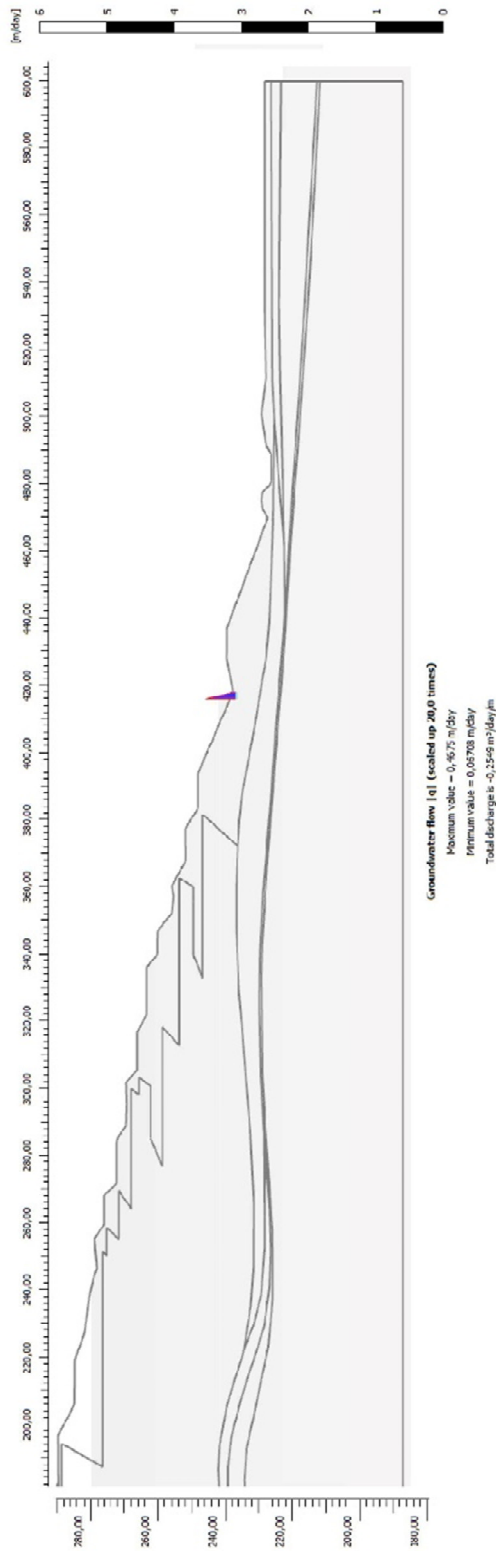


Рисунок 61 – Сечение 4-4. Расход в дренаже, установленном на отметке 236,4 м, составляет  $q = 0,25 \text{ м}^3/\text{сут}/\text{пог.м.}$

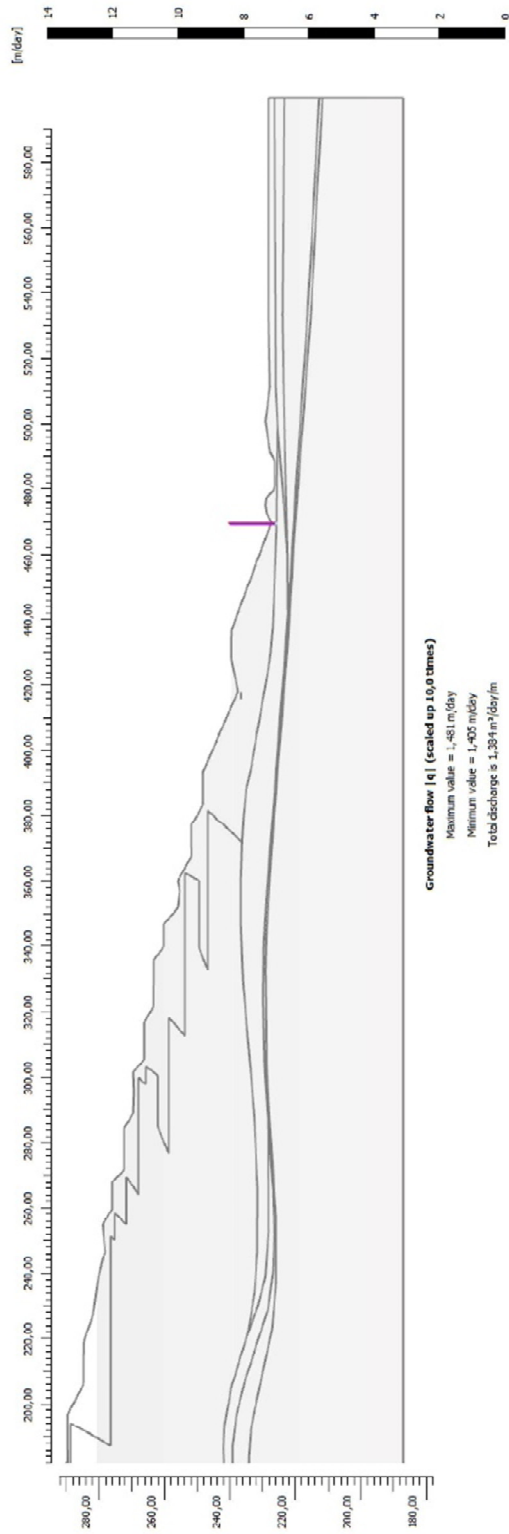


Рисунок 62 – Сечение 4-4. Расход в дренаже, установленном на отметке 225,7 м, составляет  $q = 1,38 \text{ м}^3/\text{сут}/\text{пог.м}$ .

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	247
------	---	-----

«Обоснование несущей способности грунтов, расчеты устойчивости, деформации и рекомендации по 49  
конструкции дамбы хвостохранилища Ковдорского ГОКа»

### ВЫВОДЫ

1. Максимальная величина осадки дамб хвостохранилища, вычисленная по схеме мгновенного возведения проектного объема отсыпки до отметки 318,00 м, получена в сечении 4-4 и составила 3,8 м.
2. Поверхность депрессии проходит в основном ниже дневной поверхности откосов дамб и выход грунтовых вод возможен только на бермах в нижней части откосов. В этих местах рекомендуется устроить дренаж.
3. Для предложенной конструкции наращивания дамбы хвостохранилища до проектной отметки устойчивость откосов сооружения обеспечивается при статических и сейсмических нагрузках.
4. При замене супесчаных ядер Западной и Восточной дамб на ядра из хвостов пляжной зоны устойчивость откосов сохраняется.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Программный комплекс Plaxis 2D, версия 11.
2. Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий по объекту «Хвостовое хозяйство Ковдорского ГОКа. Реконструкция. Часть 3. Ограждающая дамба» ООО «СевИнжГео». Кола, 2021 (шифр 5102-19030-ИИ-01-ИГИ1, арх.№19012-2.3)
3. СП 39.13330.2012 Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84\*. / М.: Минрегион России. М.: ФАУ «ФЦС», 2012. 86 с.
4. СП 58.13330.2019 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003.
5. ПД «Комплекс по обогащению апатит-штаффелитовых руд Ковдорского месторождения». Технический отчет по работе «Расчет напряженно-деформированного состояния и устойчивости ограждающей дамбы хвостохранилища на площади существующего поля №1». ООО "ТОМС-проект", г. Санкт-Петербург 2017.
6. СП 23.13330.2018 Основания гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85\*.
7. СП 358.1325800.2017 Сооружения гидротехнические. Правила проектирования и строительства в сейсмических районах.

ООО «Диагностика сооружений»

2022	Раздел 5. Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений. Подраздел 7. Технологические решения. Книга 1. Текстовая часть. Том 5.7.1.	248
------	---	-----