ИРГИРЕДМЕТ
IRGIREDMET

Акционерное общество
Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов

Регистрационный номер в едином реестре членов СРО-П-009-05062009

Заказчик – ПАО «Высочайший»

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ "КОМПЛЕКС ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ГОК "ВЫСОЧАЙШИЙ". ХВОСТОХРАНИЛИЩЕ ХВОСТОВ СОРБЦИИ"

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 4. Конструктивные и объемно-планировочные решения
Часть 1

16.20-1-ПД.КС-Т4.1

Том 4.1

Иркутск 2021

ИРГИРЕДМЕТ
IRGIREDMET

Акционерное общество
Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов

Регистрационный номер в едином реестре членов СРО-П-009-05062009

Заказчик – ПАО «Высочайший»

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ "КОМПЛЕКС ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ ГОК "ВЫСОЧАЙШИЙ". ХВОСТОХРАНИЛИЩЕ ХВОСТОВ СОРБЦИИ"

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 4. Конструктивные и объемно-планировочные решения
Часть 1

16.20-1-ПД.КС-Т4.1

Том 4.1

Генеральный директор _____ В.Е. Дементьев

Заместитель генерального директора по проектированию _____ Е.Ю. Печенин

Главный инженер проекта _____ М.Н. Алексеев

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Иркутск 2021

ИРГИРЕДМЕТ IRGIREDMET ©, АО Иргиредмет

Содержание тома 4.1

Обозначение	Наименование	Примечание
16.20-1-ПД.КС-Т4.1-С	Содержание тома 4.1	2
16.20-1-ПД.КС-Т4.1-СП	Состав проектной документации	3
16.20-1-ПД.КС-Т4.1-СИ	Список исполнителей	4
16.20-1-ПД.КС-1.1-КР.Т0	Текстовая часть	5
	Графическая часть	
16.20-1-ПД.КС-1.1-КР.ДГ	Хвостохранилище хвостов сорбции	
Лист 1	План разбивки сооружений. М 1:1000. Объем работ. Основные параметры и показатели	55
Лист 2	Продольный профиль по оси дамбы М:Г 1:1000/В1:100	56
Лист 3	Поперечное сечение чаши С1:200. Инженерно-литологические поперечные разрезы	57
Лист 4	План земляных масс М 1:500	58

ИРГИРЕДМЕТ IRGIREDMET ©, АО Иргиредмет

Состав проектной документации
Разработка проектной документации "Комплекс гидротехнических сооружений ГОК "Высочайший". Хвостохранилище хвостов сорбции"
См. Том 0_16.20-1-ПД.КС-Т0

Заверение
О соответствии принятых решений действующим нормам

Настоящая проектная документация разработана в соответствии с заданием на проектирование, техническими регламентами, в том числе устанавливающими требования по обеспечению безопасной эксплуатации зданий, строений, сооружений и безопасного использования прилегающих к ним территорий, с соблюдением технических условий, стандартам, сводам правил, требованиям нормативных правовых актов Российской Федерации и нормативных технических документов в области промышленной безопасности.

Главный инженер проекта _____М.Н. Алексеев

ИРГИРЕДМЕТ IRGIREDMET ©, АО Иргиредмет

Список исполнителей

	ФИО	Подпись	Дата
Разработал	В.М. Косов		
Проверил	А.В. Неретин		
Нормоконтроль	Д.Ю. Зябкин		

Содержание текстовой части

1 Исходные данные и положения ... 6

1.1 Назначение сооружения. Краткое описание. Источники информации для проектирования ... 6

2 Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства ... 7

2.1 Топографические условия площадки ... 7

2.2 Климатические условия ... 10

2.3 Гидрологические условия ... 11

2.4 Инженерно-геологические условия ... 11

2.5 Геокриологические условия ... 12

3 Сведения об особых природных климатических условиях территории, на которой располагается земельный участок, предоставленный для размещения объекта капитального строительства ... 13

4 Сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании объекта капитального строительства ... 15

5 Уровень грунтовых вод, их химический состав, агрессивность грунтовых вод и грунта по отношению к материалам, используемым при строительстве подземной части объекта капитального строительства ... 22

6 Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций ... 22

6.1 Описание и обоснование конструктивных решений ... 22

6.2 Расчет устойчивости дамбы хвостохранилища ... 28

6.3 Складирование хвостов цианирования. Оборотное водоснабжение ... 5

6.4 Проектные решения, строительные материалы ... 6

6.5 Организация строительства хвостохранилища ... 9

6.6 Водоотведение с площадки хвостового хозяйства ... 10

6.7 Промбезопасность ГТС ... 10

7 Мониторинг безопасности ... 13

7.1 Критерии безопасности ГТС ... 13

7.2 Контрольно-измерительное оборудование площадки хвостохранилища ... 13

8 Инженерные решения по обеспечению защиты сооружений от опасных природных и техногенных процессов ... 13

9 Промышленная безопасность ... 14

Приложение А. Результаты биотестирования. Расчет класса опасности отхода ... 17

Приложение Б. Сертификат соответствия программы GEO-5 ... 24

Приложение В. Расчет устойчивости откосов дамбы ... 26

Приложение Г. Расчет крепления мокрого откоса и высоты надводного борта дамбы ... 47

1 Исходные данные и положения

1.1 Назначение сооружения. Краткое описание. Источники информации для проектирования

Хвостохранилище хвостов сорбции предназначено для складирования необезвреженных хвостов переработки гравиофлотоконцентратов на золотоизвлекательной фабрике ЗИФ-2 ГОКа «Высочайший» по цианистой технологии.

Хвостохранилище располагается на техногенной площадке старого, выведенного из эксплуатации хвостохранилища станции головного опробования ГОКа.

Тип хвостохранилища по способу устройства – плотинное (наливное), по расположению на рельефе – косогорное.

Емкость хвостохранилища организована выемкой лежалых хвостов в ложе и возведением ограждающей дамбы с 2-х сторон (западной и южной). С северной стороны используется участок существующей дамбы. С восточной стороны хвостохранилище примыкает к склону борта долины ручья Горелый.

Ограждающая дамба отсыпается из пород вскрыши карьера с частичным использованием вынимаемых из ложа лежалых хвостов. По мокрому откосу чаши и ложу хвостохранилища устраивается противофильтрационный экран из полимерного материала (полиэтилен) толщиной 1,0 мм. Хвостохранилище хвостов сорбции эксплуатируется круглогодично в замкнутом цикле технологического водооборота. В хвостохранилище поступает пульпа. Хвосты сорбции оседают в емкости хвостохранилища, осветленная вода подается насосной станцией оборотного водоснабжения в технологический цикл фабрики.

Отвод поверхностных вод с площадки хвостохранилища осуществляется по кювету существующей автодороги, проходящей вдоль верхней границы площадки.

Ниже площадки хвостохранилища хвостов сорбции располагается действующее хвостохранилище хвостов гравитации ГОКа «Высочайший», которое многократно превышает своей вместимостью проектируемое хвостохранилище.

Хвостовое хозяйство входит в состав объектов основного производства, технологически связано с обогатительной фабрикой и располагается в непосредственной близости от неё. Полезная вместимость хвостохранилища составляет 430,1 тыс. м^3, что позволяет разместить порядка 585,0 тыс. т хвостов. Расчетный срок заполнения хвостохранилища 13,3 года.

Источниками информации для проектирования являются:

- Технический отчет по результатам инженерных изысканий для подготовки проектной документации «Комплекс гидротехнических сооружений ГОК «Высочайший». Хвостохранилище хвостов сорбций» (Общество с ограниченной ответственностью НПК «БАЙГЕО», Иркутск, 2020 г.) в составе:

1) Том 1. 16/20-ИГДИ. Технический отчет по инженерно-геодезическим изысканиям.

2) Том 2. 16/20-ИГИ. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям.

3) Том 3. 16/20-ИГМИ. Технический отчет по инженерно-гидрометеорологическим изысканиям.

4) Том 4.1. 16/20-ИЭИ 4.1. Технический отчет по инженерно-экологическим изысканиям. Часть 1. Пояснительная записка.

5) Том 4.2. 16/20-ИЭИ 4.2. Технический отчет по инженерно-экологическим изысканиям. Часть 2. Текстовые приложения.

6) Том 4.3. 16/20-ИЭИ 4.3. Технический отчет по инженерно-экологическим изысканиям. Часть 3. Графическая часть.

- Технологический регламент по переработке руды месторождения «Голец Высочайший на ЗИФ-2» (АО "Иргиредмет", Иркутск, 2020 г.).
- Сведения и технические условия, предоставленные Заказчиком.

2 Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства

2.1 Топографические условия площадки

Золоторудное месторождение «Голец Высочайший» расположено в Бодайбинском районе Иркутской области, в 170 км северо-восточнее районного центра г. Бодайбо, на территории Кропоткинской администрации. Ближайшим населенным пунктом является пос. Кропоткин, расположенный в 40 км южнее месторождения (Рисунок 1).

Месторождение находится на территории Ленского золотоносного района и входит в сферу хозяйственной деятельности ПАО «Высочайший». Площадка ГОКа «Высочайший» расположена на Патомском нагорье, в бассейне реки Хомолхо, левого притока р. Жуя (бассейн р.Олекмы).

Проектируемое хвостохранилище хвостов сорбции расположено на левом склоне долины ручья Горелого, левого притока р.Хомолхо. Рельеф района среднегорный, умеренно расчлененный, с абсолютными отметками вершин водоразделов 1100-1200 м и относительными превышениями над днищами долин 250 - 350 м. Водораздельные пространства выположенные, с крутыми склонами (до 25-30º), изрезанные водотоками. Склоны нередко заканчиваются в бортах долин скальными выходами. Долины водотоков относительно широкие, часто заболоченные.

Площадка хвостохранилища представляет собой расположенную на левом склоне долины руч. Горелый выведенную из строя секцию существующего хвостохранилища станции головного опробования (СГО) расположенную в 350 м юго-западнее СГО и в 720 м на юго-запад от ЗИФ ГОКа «Высочайший». Площадка хвостохранилища имеет небольшой уклон в сторону долины ручья Горелого. Абсолютные отметки площадки колеблются в пределах 925 – 952 м.

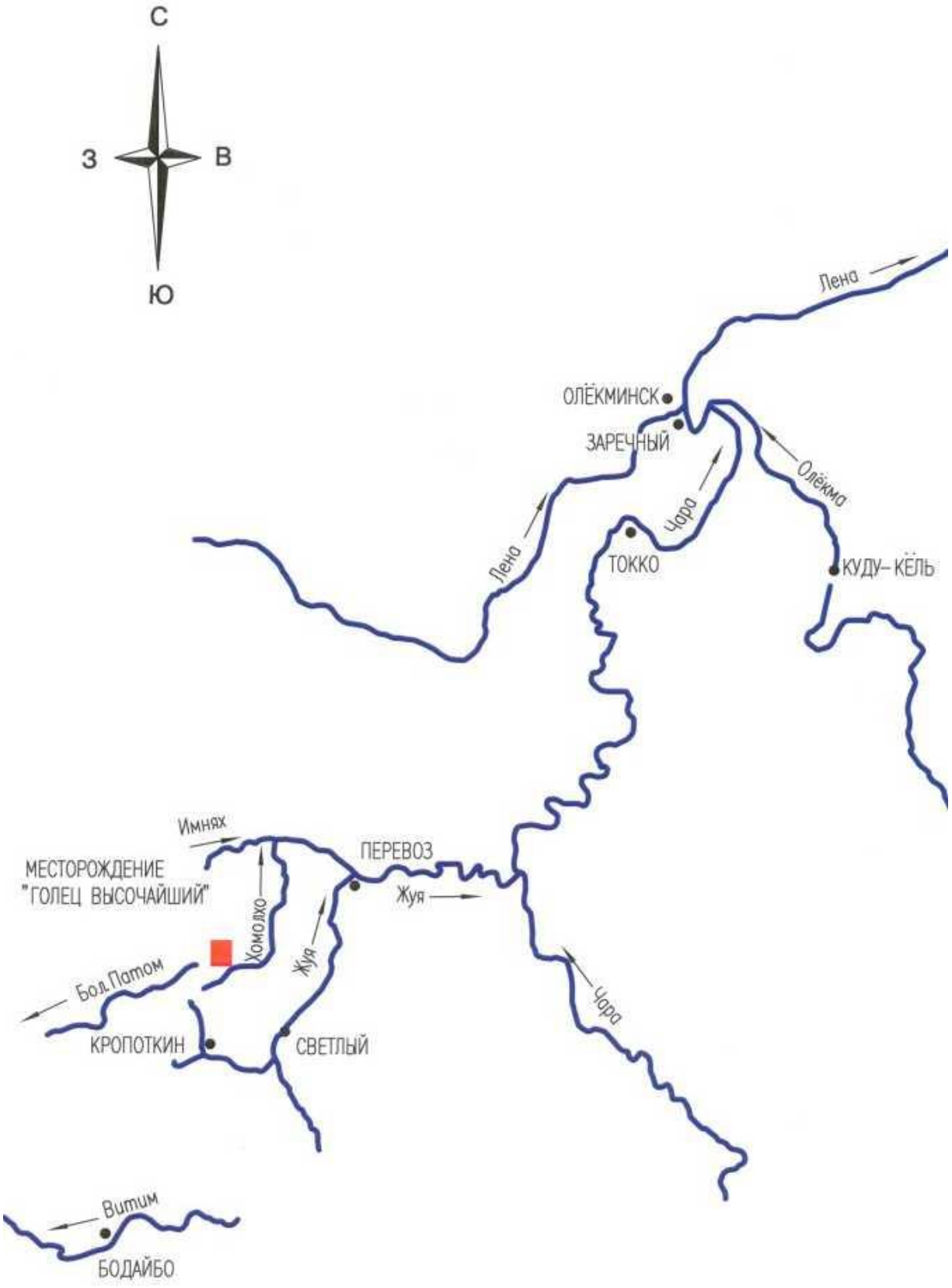


Рисунок 1 - План расположения участка работ

2.2 Климатические условия

Климат рассматриваемой территории характеризуется резко выраженной континентальностью, которая проявляется в очень низких зимних и высоких летних температурах воздуха, т.е. абсолютная амплитуда достигает 95° С (абсолютный минимум декабря – января минус 57°С, абсолютный максимум июля – 38°С). Сводные климатические параметры района изысканий представлены в таблице Таблица 2.1.

Таблица 2.1 - Сводные климатические параметры по м/ст. Светлый (дополнено по данным наблюдений на метеорологической станции Перевоз)

№	Климатический параметр		Значение
1	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью (мет. ст. Перевоз), СП 131.13330.2018	0,98	- 48,0
		0,92	- 45,0
2	Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью (мет. ст. Перевоз), СП 131.13330.2018	0,98	- 51,0
		0,92	- 48,0
3	Температура воздуха обеспеченностью (мет. ст. Перевоз)	0,98	27,0
		0,95	22,0
4	Абсолютная максимальная температура воздуха, °С		38
5	Абсолютная минимальная температура воздуха, °С		- 57
6	Среднегодовая температура воздуха, °С		- 5,1
7	Среднегодовое количество осадков, мм		392
8	Среднее количество осадков за теплый период (май - сентябрь)		314
9	Среднее количество осадков за холодный период (октябрь - апрель)		78
10	Средняя готовая относительная влажность воздуха, %		68
11	Среднее годовое парциальное давление водяного пара, гПа		4,8
12	Средняя температура воздуха наиболее холодного месяца (января), °С		- 27,9
13	Средняя температура воздуха наиболее жаркого месяца (июля), °С		16,6
14	Средняя максимальная температура воздуха наиболее жаркого месяца года (июля), °С		24,8
15	Средняя дата образования устойчивого снежного покрова		20 X
16	Средняя дата схода снежного покрова		5 V
17	Наибольшая декадная высота снежного покрова, см		50
18	Максимальная высота снежного покрова обеспеченностью равной 5%, см		45
19	Число дней со снежным покровом		104
20	Преобладающее направление ветра в течение года		Ю
21	Средняя годовая скорость ветра, м/с		1,6
22	Скорость ветра, повторяемость превышения которой составляет 5%, м/с		3
23	Скорость ветра возможная один раз в 10 лет, м/с		15
24	Скорость ветра возможная один раз в 20 лет, м/с		17
25	Скорость ветра возможная один раз в 10 лет, м/с, с учетом порыва		22
26	Скорость ветра возможная один раз в 20 лет, м/с, с учетом порыва		25

№	Климатический параметр	Значение
27	Суточный максимум осадков обеспеченностью 1%, мм	66
28	Суточный максимум осадков обеспеченностью 63%, мм	24
29	Среднее количество дней с туманом за год	48
30	Среднее количество дней с грозами за год	16
31	Среднее количество дней с метелью за год	17
32	Среднее количество дней с гололедом за год	0,02
33	Дорожно-климатическая зона согласно СП 34.13330.2012 (СНиП 2.05.02–85*)	I_2
34	Климатический район / подрайон согласно – СП 131.13330.2012	I/ ІД
35	Район по ветровому давлению согласно карте районирования территории РФ по ветровому давлению согласно 20.13330. 2016 (СНиП 2.01.07.-85*)	Ia
35	Нормативное значение ветрового давления, согласно карте районирования территории РФ по ветровому давлению согласно СП 20.13330. 2016 (СНиП 2.01.07.-85*), кПа	0,17
36	Район по гололеду согласно карте районирования РФ по толщине стенки гололеда, СП 20.13330.2016	II
37	Нормативное значение стенки гололеда согласно карте районирования территории РФ по толщине стенки гололеда, СП 20.13330. 2016, мм	5
38	Район по гололеду ПУЭ 7-ое издание	III
39	Толщина стенки гололеда ПУЭ 7-ое издание	20 мм
40	Район по весу снегового покрова согласно карте районирования РФ по весу снегового покрова, СП 20.13330.2016 (СНиП 2.01.07-85*)	IV
41	Нормативное значение веса снегового покрова согласно карте районирования территории РФ по весу снегового покрова, СП 20.13330. 2016, кПа	2,0

Температура воздуха и радиационный баланс

Одним из основных факторов, формирующих климат района, является лучистая энергия солнца, зависящая от высоты солнца в полдень, которая составляет 9 - 11º и 45-57 º летом, при этом продолжительность светлой части суток: 7-8 часов зимой и 17-18 часов летом. Освещенность в значительной степени зависит от оптических свойств атмосферы и облачности, обуславливающих продолжительность периода с прямым солнечным светом.

В годовом ходе радиационного баланса минимум приурочен к декабрю – январю, наибольшая величина наблюдается в июне - июле. Продолжительность периода с отрицательным балансом составляет 6-7 месяцев. Наибольшее значение баланса наблюдается в июне и изменяется в пределах 7-9 ккал/см^2.

На распределение температуры воздуха в условиях горного рельефа влияет высота местности над уровнем моря. Наиболее низкими температурами в летний период характеризуются высокие вершины и склоны гор. В тёплый период года с увеличением высоты температура воздуха понижается на 0,5°С на каждые 100 м.

В зимнее время наблюдается инверсия температуры. Повышение температуры воздуха на каждые 100 м составляет 0,2-0,4°С.

Температуры воздуха приведены в таблицахТаблица 2.2,Таблица 2.3Таблица 2.4Таблица 2.5Таблица 2.6Таблица 2.7.

Таблица 2.2 - Абсолютный минимум температуры воздуха, °С

Метео-станция	**Месяц**												**Год**
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Светлый	-57	-53	-46	-35	-18	-6	-3	-8	-14	-35	-47	-52	-57

Таблица 2.3 - Абсолютный максимум температуры воздуха, °С

Метеостан-ция.	**Месяц**												**Год**
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Светлый	3,1	4,8	11,3	19,8	29,4	35,9	36,5	35,8	29,0	19,6	8,5	2,6	36,5

Таблица 2.4 - Средняя месячная и средняя годовая температура воздуха, °С (1985-2014 г.)

Метеостан-ция.	**Месяц**												**Год**
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Светлый	-28,4	-22,9	-14,2	-3,1	6,1	14,2	16,8	13,4	5,4	-3,9	-17,3	-26,8	-5,1

Таблица 2.5 - Повторяемость приземных инверсий, %

Метеостан-ция.	**Месяц**												**Год**
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Светлый	69	76	64	42	28	30	28	33	40	33	52	60	47

Таблица 2.6 - Повторяемость приподнятых инверсий, % (до 3 км включительно над поверхностью земли)

Месяц												**Год**
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
56	51	28	27	28	28	31	28	41	48	56	64	40

ИРГИРЕДМЕТ IRGIREDMET ©, АО Иргиредмет

Таблица 2.7 - Даты наступления средних суточных температур воздуха выше и ниже определенных пределов и число дней с температурой, превышающей эти пределы, ºС

Температура	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15
Дата	01.02 22.12	18.02 01.12	04.03 16.11	17.03 06.11	28.03 30.10	09.04 22.10	25.04 10.10	12.05 23.09	30.05 02.09	18.06 14.08
Число дней	323	285	256	233	215	195	167	133	94	56

Снежный покров

Общее количество выпадающих зимой твердых осадков составляет около 16 % всего годового количества осадков. Сроки образования устойчивого снежного покрова так же, как и сроки появления снежного покрова, из года в год сильно колеблются в зависимости от характера погоды, определяемой особенностями атмосферной циркуляции предзимнего периода. Первый снег, как правило, появляется к середине первой декады октября. Устойчивый снежный покров на всей рассматриваемой территории в основном образуется в конце второй декады октября (Таблица 2.8), а начинает разрушаться, как правило, в начале третьей декады апреля.

Постепенный рост снежного покрова происходит в среднем с начала октября. С конца февраля до конца марта за счет, как уплотнения снежного покрова, так и незначительного количества выпадающих в этот период осадков высота снега существенно не увеличивается. Наибольшей величины снежный покров достигает к началу марта.

Средняя из наибольших высота снега для открытого ветру места составляет 50 см – таблица 2.9. В начале мая обычно отмечается полный сход снега. Снежный покров держится в среднем 104 дня (Таблица 2.10).

Таблица 2.8 - Даты появления и схода снежного покрова, образования и разрушения устойчивого снежного покрова

М/станция	Число дней со снежным покровом	Даты появления снежного покрова			Даты образования устойчивого снежного покрова			Даты разрушения устойчивого снежного покрова			Дата схода снежного покрова		
		Средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	Средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	Средняя	Самая ранняя	Самая поздняя	Средняя	Самая ранняя	Самая поздняя
Светлый	104	7 X	-	-	20 X	-	-	22 IV	-	-	5 V	-	-

Таблица 2.9 - Средняя декадная высота снежного покрова, см (1984-2013 г.)

М/станция	IX			X			XI			XII			I			II			III			IV			V		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Светлый	•	•	•	2	3	5	8	10	13	15	17	19	21	22	24	25	26	27	28	28	27	25	21	13	4	•	

Таблица 2.10 - Наибольшая средняя декадная высота снежного покрова, см (1960-2013 г.)

М/станция	IX			X			XI			XII			I			II			III			IV			V		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Светлый	12	16	3	19	17	22	20	33	36	37	39	41	44	43	43	43	45	50	49	50	48	41	44	21	9	9	13

Осадки

Режим осадков на рассматриваемой территории определяется условиями атмосферной циркуляции, географическим положением и характером рельефа. В течение года осадки выпадают неравномерно. В целом по району за год выпадает около 392 мм осадков (Таблица 2.11). Основное количество осадков выпадает с мая по октябрь, годовая сумма осадков в среднем на 84 % складывается из осадков теплого периода. Самым дождливым месяцем является июль (82 мм). Осадки носят как облож-ной, так и ливневой характер.

Таблица 2.11 - Среднемесячное и годовое количество осадков, мм

Метеостанция	Месяц												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Светлый	9	8	6	14	35	66	82	68	56	21	15	12	392

ИРГИРЕДМЕТ IRGIREDMET ©, АО Иргиредмет

Таблица 2.12 - Наибольшее количество осадков, суточный максимум осадков (мм) 1% обеспеченности по месяцам (по метеорологической станции Светлый).

Метеоэлемент	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Наибольшее количество осадков за сутки, мм (1947-2014 гг.)	7	4	12	25	35	39	54	66	49	15	9	5	66
Суточный максимум осадков, обеспеченностью 1 %, мм (1965-2014 гг.)	7	4	12	25	35	39	54	66	49	15	9	6	66

Таблица 2.13 - Осадки с распределением по месяцам различной обеспеченности (по метеорологической станции Светлый) за период 1965-2014 г.

Месяц	Осадки различной обеспеченности, мм						
	1%	5%	10%	50%	90%	95%	99%
I	41	17	15	9	5	3	1
II	15	13	12	7	3	2	1
III	15	13	12	6	3	2	1
IV	49	26	23	13	5	3	1
V	103	80	61	36	14	10	7
VI	192	111	108	66	33	23	19
VII	176	160	136	79	28	23	19
VIII	153	128	119	75	34	25	20
IX	131	101	95	50	26	23	19
X	48	44	39	18	9	7	4
XI	38	26	22	15	8	6	5
XII	35	24	20	13	6	5	3
Год	585	525	510	388	292	262	244

Таблица 2.14 - Число дней с осадками различной величины (по метеорологической станции Перевоз).

Месяц	Осадки, мм						
	≥0,1	≥0,5	≥1,0	≥5,0	≥10,0	≥20,0	≥30,0
I	9,4	3,3	1,2	0	0	0	0
II	7,7	2,8	0,8	0	0	0	0
III	5,4	1,9	0,6	0	0	0	0
IV	7,7	4,4	2,8	0,1	0	0	0
V	10,8	7,8	6,1	1,5	0,3	0	0
VI	14,0	11,7	9,9	4,0	1,6	0,5	0,2
VII	12,6	11,0	9,7	4,4	2,5	0,8	0,2
VIII	12,6	10,3	9,0	4,4	1,9	0,6	0,2
IX	11,6	9,0	7,6	2,3	0,8	0,2	0,1
X	11,1	6,7	4,4	0,6	0,1	0	0
XI	10,1	5,3	2,5	0,04	0	0	0
XII	10,2	4,8	2,0	0	0	0	0
Год	123	79	57	17	7	2	0,7

Таблица 2.15 - Наибольшая продолжительность жидких осадков (час) за период 1965-2014 г.

Метео-станция	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Светлый	0	0	1	31	126	135	93	119	106	59	9	0	452

Влажность воздуха

Средняя годовая относительная влажность воздуха на территории района составляет 68 %. В холодный период года относительная влажность воздуха сравнительно мало меняется, с февраля начинается понижение влажности, наиболее

интенсивное от февраля к марту (падение показателей среднемесячной относительной влажности на 4 %). Наибольших значений она достигает в августе – 76 % (Таблица 2.16). Самый сухой месяц в годовом ходе относительной влажности – это май – 58 %.

Таблица 2.16 - Средняя месячная и среднегодовая относительная влажность воздуха, % (1984-2013г.)

Метеостанция	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Светлый	70	68	64	60	58	64	70	76	74	70	72	70	68

Таблица 2.17 - Среднее месячное и среднегодовое парциальное давление водяного пара, гПа (1984-2013г.)

Метеостанция	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Светлый	0,7	0,9	1,5	3,0	5,3	9,8	13,0	11,5	6,6	3,4	1,5	0,7	4,8

Таблица 2.18 - Средний месячный и среднегодовой дефицит насыщения, гПа (1984 2013 г.)

Метеостанция	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Светлый	0,3	0,5	1,1	2,4	5,0	7,8	7,7	5,2	3,1	1,7	0,6	0,4	3,0

Ветер

Средняя годовая скорость ветра по м/ст Светлый составляет 1,6 м/с (Таблица 2.20). В результате оживления циклонической деятельности весной средние месячные скорости ветра заметно возрастают и достигают наибольших в году значений – в апреле и мае, среднемесячная скорость ветра составляет соответственно 1,8 и 2,0 м/с. В эти два весенних месяца, как правило, регистрируются максимальные скорости ветра и наибольшее число дней с сильным ветром (Таблица 2.21). В летний период скорости ветра несколько снижаются, а начинают снова повышаться с октября по ноябрь. Минимальных значений скорость ветра достигает в феврале и сентябре.

Представленные на рисунках Рисунок 2Рисунок 3Рисунок 4 и таблице Таблица 2.19 розы ветров характеризуют частоту ветра, соответствующую данному направлению, и показывают, что преобладающим направлением воздушных масс в течение всего года, а также течении теплого периода является южный перенос. В холодный период преобладают так же южные ветры, однако заметно здесь уже проявляются и ветра западного и юго-западного направлений.

Таблица 2.19 - Повторяемость направлений ветра и штилей (%) по м/ст Светлый (1995-2014 г.)

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Год	4	6	6	4	28	19	23	10	43
Теплый период (V-IX)	6	10	11	5	28	12	18	10	37
Холодный период (X-IV)	3	3	3	3	28	23	27	10	47

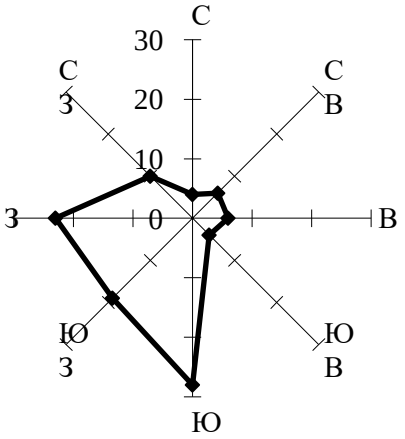
Таблица 2.20 - Среднемесячная и средняя годовая скорость ветра (м/с),

Метеостанция	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Светлый	1,7	1,3	1,5	1,8	2,0	1,4	1,1	1,4	1,3	1,8	1,8	1,6	1,6

Таблица 2.21 - Среднее число дней с сильным ветром, м/ст. Светлый

Метеостанция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Светлый	0,2	0,2	0,2	0,8	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,1	0,2	0,2

Примечание: приводится среднее и наибольшее число дней, в которое скорости ветра в сроки или между сроками наблюдений достигали или превышали 15 м/сек.



Штиль 43 %

Рисунок 2 - Роза ветров за год по м/ст. Светлый

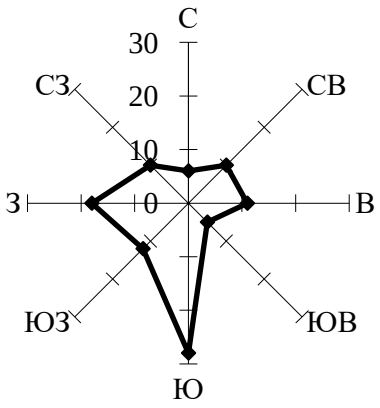


Рисунок 3 - Роза ветров за теплый период по м/ст. Светлый

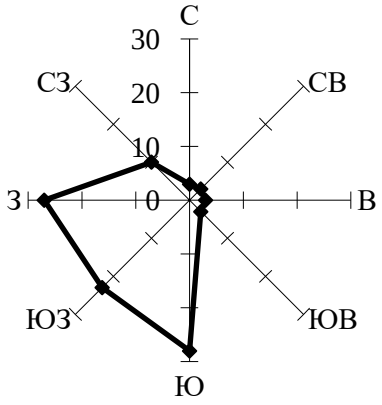


Рисунок 4 - Роза ветров за холодный период по м/ст. Светлый

Таблица 2.22 - Наблюденный максимум ветра по месяцам, м/ст. Светлый за период с 1947 по 2014 г, м/с.

Метеостан-ция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Светлый	13	17	17	14	17	12	14	14	12	17	17	14	17

Таблица 2.23 - Наблюденный максимум ветра по месяцам, м/ст. Светлый за период с 1947 по 2014 г, с учетом порыва, м/с.

Метеостан-ция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	год
Светлый	22	20	20	20	20	23	20	20	18	23	25	18	25

Атмосферные явления

В летний период отмечаются грозы, град. В редких случаях пыльные бури. В течение всего года регистрируются туманы (в среднем 48 дней за год) (Таблица

2.24). Образование туманов объясняется радиационным выхолаживанием. В зимний период наблюдаются метели, в среднем 17 дней в году. Согласно СП 20.13330.2011 рассматриваемая территория относится к неизученным районам. Для получения более достоверных характеристик гололедных явлений необходимо проводить наблюдения непосредственно на участке изысканий. По данным метеорологической станции Перевоз среднее число дней с гололедом в районе изысканий за год не превышает 0,02 с изморозью – 5 дней. По данным метеорологической станции Светлый гололед не отмечался. Инструментальные наблюдения за параметрами гололеда на метеорологических станциях Перевоз и Светлый не производятся (приложение Д). Согласно ПУЭ 7-ое издание участок изысканий относится к III району, толщина стенки гололеда для III района составляет - 20 мм.

Таблица 2.24 - Атмосферные явления по м/ст Светлый

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Среднее число дней с туманом	6	3	0,3	0,1	0,3	3	9	13	8	0,6	0,2	4	48
Наибольшее число дней с туманом	12	10	2	1	1	6	17	19	12	3	2	10	61
Среднее число дней с метелью	4	2	2	1	0,1	0	0	0	0	0,5	3	4	17
Наибольшее число дней с метелью	10	6	5	4	1	0	0	0	0	3	8	10	27
Среднее число дней с градом	0	0	0	0	0,1	0,3	0,1	0,1	0	0	0	0	0,6
Среднее число дней с грозой	0	0	0	0	0,4	4	7	4	0,1	0	0	0	16
Наибольшее число дней с грозой	0	0	0	0	3	7	13	8	1	0	0	0	22
Среднее число дней с гололедом	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Наибольшее число дней с гололедом	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица 2.25 - Гололедно-изморозевые образования по м/ст. Перевоз

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Среднее число дней с гололедом	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0,02
Наибольшее число дней с гололедом	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Среднее число дней с изморозью	1	0,9	0,2	0,06	0,06	0	0	0	0,5	0,8	0,7	0,9	5
Наибольшее число дней с изморозью	10	12	3	1	2	0	0	0	3	7	9	7	23
Среднее число всех видов обледенения	1	0,9	0,2	0,06	0,06	0	0	0	0,5	0,8	0,7	0,9	5
Наибольшее число всех видов обледенения	10	12	3	1	2	0	0	0	3	7	9	7	23

Испарение с поверхности суши и с поверхности воды

Таблица 2.26 - Норма значения испарения с суши по месяцам и за год.

Параметр	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Норма, в мм	0	0	2,80	8,40	30,8	89,6	78,4	50,4	16,80	2,80	0	0	280
Норма в % от годового	0	0	1	3	11	32	28	18	6	1	0	0	100

Таблица 2.27 - Рассчитанные значения испарения с суши по месяцам, мм

P, %	Месяц								Год
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
5	4,00	12,0	56,0	117,0	112,0	72,0	24,0	4,00	401,00
10	3,72	11,17	51,0	112,0	108,0	67,0	22,3	3,72	378,94
20	3,33	10,00	45,0	98,0	97,0	60,0	20,0	3,33	336,67
30	3,11	9,33	42,0	94,0	92,0	56,0	18,6	3,11	318,22
40	2,89	8,67	38,0	88,0	87,0	52,0	17,3	2,89	296,78
50	2,67	8,00	36,0	84,0	83,0	48,0	16,0	2,67	280,33
60	2,56	7,67	34,0	80,0	78,0	46,0	15,3	2,56	266,11
70	2,33	7,00	32,0	76,0	73,0	42,0	14,0	2,33	248,67
80	2,11	6,33	28,0	69,0	65,0	38,0	12,7	2,11	223,22
90	1,78	5,33	24,0	59,0	56,0	32,0	10,7	1,78	190,56

Таблица 2.28 - Испарение с водной поверхности различной обеспеченности, мм

Обеспеченность, %	Месяц					сезон
	05	06	07	08	09	
1	62	84	120	165	138	570
3	60	82	117	159	134	551
5	58	80	114	155	130	537
10	57	78	111	151	127	523
25	54	73	105	143	120	496
50	50	69	98	134	112	463
75	47	64	91	124	105	431
90	44	60	85	116	98	403

Обеспеченность, %	Месяц					сезон
	05	06	07	08	09	
95	42	58	82	112	94	389
97	41	56	79	108	91	375
99	39	53	75	103	87	357

2.3 Гидрологические условия

Ближайшими к участку изысканий водотоками являются реки Хомолхо и ручей Горелый.

Русло ручья Горелый расположено в 645 м к западу от границы проектируемого хвостохранилища хвостов сорбций. Между проектируемым сооружением и руслом ручья Горелый расположены секции действующего хвостохранилища №3 и №4, соответственно какого-либо влияния на проектируемое сооружение ручей Горелый не оказывает.

Какого-либо влияния на проектируемые сооружения река Хомолхо не оказывает. Русло реки Хомолхо расположено на расстоянии 630 метров южнее от проектируемого хвостохранилища хвостов сорбций. Перепад высот между минимальными отметками местности в пределах проектируемого сооружения и максимальными отметками в пойме реки Хомолхо составляет не менее 115 метров.

2.4 Инженерно-геологические условия

Геоморфологически участок работ находится на левом борту долины руч. Горелый.

Непосредственно на изучаемой площадке вскрыты техногенные, элювиальные и скальные грунты.

Техногенные грунты делятся на насыпные (слагают тело старой плотины) и намывные (пульпа, залегает преимущественно в чаше хвостохранилища). Насыпные грунты представлены щебенистыми грунтами преимущественно с суглинками до 30%, с глыбами до 10%. Суглинки преимущественно твердые (ИГЭ-t1т), реже мягкопластичные (ИГЭ-t1мп) и текучие (ИГЭ-t1тк). Мощность отложений от 3,6 до 20 м.

Намывные представлены песками пылеватыми многолетнемерзлыми водонасыщенными (ИГЭ-мt4вн) и средней степени водонасыщения (мt4сс). Мощность отложений на сегодняшний день 3,0 – 16,0 м.

Основание хвостохранилища сложено элювиальными щебенистыми грунтами и скальными отложениями. Щебенистые грунты представлены преимущественно ИГЭ-5т, реже ИГЭ-5тп. Мощность отложений 0,5 – 3,3 м. Скальные грунты представлены сланцами от малопрочных до прочных. Вскрытая мощность до 27,4 м.

В период изысканий многолетнемерзлые грунты вскрыты в чаше хвостохранилища (пульпа в чаше находится в многолетнемерзлом состоянии), и в южной дамбе на участке скважин с-131 – с-135, в интервале глубин 3,0 – 11,0 м.

В чаше мерзлота смыкающегося типа, на дамбе преобладает мерзлота несмыкающегося типа.

Температура грунта на глубине 10 м составляет минус 1,3 – минус 1,5 ^{0}С, в среднем равна минус 1,4 ^{0}С.

Вскрытые подземные воды имеют техногенное происхождение. Горизонт действует круглый год.

Согласно СП 11-105-97, части III специфические грунты представлены техногенными, многолетнемерзлыми и элювиальными разностями.

Согласно СП 11-105-97 прил. Б сложность инженерно-геологических условий – II (средние).

2.5 Геокриологические условия

В период изысканий многолетнемерзлые грунты вскрыты в чаше хвостохранилища (пульпа в чаше находится в многолетнемерзлом состоянии), и в южной дамбе на участке скважин с-131 – с-135, в интервале глубин 3,0 – 11,0 м.

Грунты образовались недавно, в процессе эксплуатации сооружения, вследствие промерзания пульпы в период с устойчивыми отрицательными температурами воздуха.

Многолетнемерзлые грунты представлены:

- ИГЭ-мt1мп - насыпной щебенистый грунт с суглинком до 30%, с глыбами до 10%, мерзлый, не льдистый, массивной криотекстуры, при оттаивании суглинок мягкопластичный, грунт средней степени водонасыщения; щебень средней прочности, средневыветрелый. Залегает в интервалах глубин от 3,0 до 15,6 м, вскрытой мощностью 2,5 – 4,0 м;
- ИГЭ-мt1тк - насыпной щебенистый грунт с суглинком до 30%, с глыбами до 10%, мерзлый, слабольдистый, массивно-корковой криотекстуры, при оттаивании суглинок текучий, грунт водонасыщенный; щебень средней прочности, средневыветрелый. Залегает в интервалах глубин от 3,0 до 21,8 м, вскрытой мощностью 0,5 – 2,8 м;
- ИГЭ-мt4вн - намывной песок пылеватый (пульпа), мерзлый, льдистый, слоистой криотекстуры, при оттаивании водонасыщенный. Залегает в интервалах глубин от 3,5 до 19,8 м, вскрытой мощностью 3,5 – 5,0 м;

– ИГЭ-mt4cc - намывной песок пылеватый (пульпа), мерзлый, слабольдистый, массивной криотекстуры, при оттаивании средней степени водонасыщения. Залегает в интервалах глубин от 0,0 до 18,8 м, вскрытой мощностью 3,6 – 18,8 м.

В чаше мерзлота смыкающегося типа, на дамбе преобладает мерзлота несмыкающегося типа.

Подземные льды не вскрыты.

Поскольку режимных наблюдений на участке не проводилось среднегодовая температура грунта принимается равной температуре грунта на глубине 10 м, согласно СП 25.13330.2012, приложение Г, п. Г.7.

Температура грунта на глубине 10 м составляет минус 1,3 – минус 1,5 ^{0}С, в среднем равна минус 1,4 ^{0}С.

Согласно расчёту, в соответствии с СП 25.13330.2012, нормативная глубина оттаивания грунтов составила 2,4 м, промерзания 3,0 – 3,3 м.

3 Сведения об особых природных климатических условиях территории, на которой располагается земельный участок, предоставленный для размещения объекта капитального строительства

Эндогенные процессы

Исходная оценка сейсмической опасности составляет 6, 7 и 7 баллов, по картам ОСР-2016 А, В и С соответственно. Грунты по сейсмическим свойствам относятся преимущественно ко II категории.

Степень активности природного процесса «Землетрясения» оценивается как опасная (СП 115.13330.2016 табл. 5.1).

Экзогенные процессы

Морозное пучение

Пучинистый грунт - дисперсный грунт, который при переходе из талого состояния в мерзлое увеличивается в объеме вследствие образования льда.

По степени пучинистости, грунты, слагающие территорию - слабопучинистые. Разновидности грунтов по степени представлены на рисунке Рисунок 5.

№ ИГЭ	Наименование ИГЭ	Абсолют. знач. средневзим. темпер. возд., С	Валуны (глыбы)	Галька (щебень),%						Гравий (дресва)	Песчаные частицы					Пылеватые и глинистые	Сред. диам. частиц, см	Показатель дисперсности (для крупнообломочных гр.), D	Степень морозоопасности
			>200	200 - 100	100-80	80 - 60	60 - 40	40 - 20	20 - 10	10 - 2.0	грубые	крупные	средние	мелкие	тонкие	<0.05			
											2.0 - 1.0	1.0 - 0.5	0.50 - 0.25	0.25 - 0.10	0.10 - 0.05				
ИГЭ-t1тк	Насыпной щебенистый грунт с суглинком текучим до 30%, с глыбами до 10%, грунт водонасыщенный; щебень средней прочности, средневыветрелый	17.1	0.0015	0.0007	0.002	0.016	0.04	0.062	0.071	0.123	0.12	0.28	0.632	1.3889	4	40.833	0.02	1.16	слабопучинистый
ИГЭ-t1мп	Насыпной щебенистый грунт с суглинком мягкопластичным до 30%, с глыбами до 10%, грунт средней степени водонасыщения; щебень средней прочности, средневыветрелый	17.1	0.0015	0.0003	0.002	0.013	0.02	0.056	0.125	0.172	0.073	0.413	0.658	1.1111	4.8	42.500	0.02002	1.21	слабопучинистый
ИГЭ-t1т	Насыпной щебенистый грунт с суглинком твердым до 30%, с глыбами до 10%, грунт малой степени водонасыщения; щебень средней прочности, средневыветрелый	17.1	0.0009	0.0008	0.003	0.013	0.03	0.061	0.111	0.125	0.12	0.293	0.5	1.3333	4	38.333	0.02	1.09	слабопучинистый
ИГЭ-5тп	Щебенистый грунт с суглинком текучепластичным до 30%, с глыбами до 10%, грунт насыщенный водой; щебень средней прочности, средневыветрелый	17.1	0.0011	0.0016	0.003	0.022	0.04	0.068	0.051	0.065	0.127	0.333	0.684	1.2222	4.13333	39.444	0.02	1.24	слабопучинистый
ИГЭ-5т	Щебенистый грунт с суглинком твердым до 30%, с глыбами до 10%, грунт малой степени водонасыщения; щебень средней прочности, средневыветрелый	17.1	0.0007	0.0019	0.004	0.029	0.03	0.041	0.069	0.112	0.127	0.307	0.737	1.5	4.4	39.167	0.02	1.21	слабопучинистый

Рисунок 5 - Оценка морозоопасности грунтов

4 Сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании объекта капитального строительства

Инженерно-геологические элементы

Непосредственно на изучаемой площадке вскрыты техногенные (как талые, так и многолетнемерзлые), элювиальные и скальные грунты.

Техногенные грунты (tQIV):

- ИГЭ-t1т - насыпной щебенистый грунт с суглинком твердым до 30%, с глыбами до 10%, грунт малой степени водонасыщения; щебень средней прочности, средневыветрелый. Залегает в интервалах глубин от 0,0 до 17,8 м, вскрытой мощностью 0,7 – 11,8 м;
- ИГЭ-t1мп - насыпной щебенистый грунт с суглинком мягкопластичным до 30%, с глыбами до 10%, грунт средней степени водонасыщения; щебень средней прочности, средневыветрелый. Залегает в интервалах глубин от 2,0 до 15,0 м, вскрытой мощностью 1,3 – 4,0 м;
- ИГЭ-t1тк - насыпной щебенистый грунт с суглинком текучим до 30%, с глыбами до 10%, грунт водонасыщенный; щебень средней прочности, средневыветрелый. Залегает в интервалах глубин от 1,0 до 20,9 м, вскрытой мощностью 0,6 – 9,0 м;
- ИГЭ-mt1мп - насыпной щебенистый грунт с суглинком до 30%, с глыбами до 10%, мерзлый, не льдистый, массивной криотекстуры, при оттаивании суглинок мягкопластичный, грунт средней степени водонасыщения; щебень средней прочности, средневыветрелый. Залегает в интервалах глубин от 3,0 до 15,6 м, вскрытой мощностью 2,5 – 4,0 м;
- ИГЭ-mt1тк - насыпной щебенистый грунт с суглинком до 30%, с глыбами до 10%, мерзлый, слабольдистый, массивно-корковой криотекстуры, при оттаивании суглинок текучий, грунт водонасыщенный; щебень средней прочности, средневыветрелый. Залегает в интервалах глубин от 3,0 до 21,8 м, вскрытой мощностью 0,5 – 2,8 м;
- ИГЭ-mt4вн - намывной песок пылеватый (пульпа), мерзлый, льдистый, слоистой криотекстуры, при оттаивании водонасыщенный. Залегает в интервалах глубин от 3,5 до 19,8 м, вскрытой мощностью 3,5 – 5,0 м;
- ИГЭ-mt4сс - намывной песок пылеватый (пульпа), мерзлый, слабольдистый, массивной криотекстуры, при оттаивании средней степени водонасыщения. Залегает в интервалах глубин от 0,0 до 18,8 м, вскрытой мощностью 3,6 – 18,8 м.

Элювиальные отложения (QIV):

- ИГЭ-5т - щебенистый грунт с суглинком твердым до 30%, с глыбами до 10%, грунт малой степени водонасыщения; щебень средней прочности, средневыветрелый. Залегает в интервалах глубин от 0,7 до 20,6 м, вскрытой мощностью 0,5 – 3,3 м;
- ИГЭ-5тп - щебенистый грунт с суглинком текучепластичным до 30%, с глыбами до 10%, грунт насыщенный водой; щебень средней прочности, средневыветрелый. Залегает в интервалах глубин от 7,0 до 19,0 м, вскрытой мощностью 0,7 – 2,5 м.

Скальные отложения (Pt3):

- ИГЭ-7мп - сланцы средневыветрелые, малопрочные, неразмягчаемые. Залегает в интервалах глубин от 3,0 до 26,0 м, вскрытой мощностью 0,8 – 7,0 м;
- ИГЭ-7сп - Сланцы средневыветрелые, средней прочности, неразмягчаемые. Залегает в интервалах глубин от 0,9 до 30,0 м, вскрытой мощностью 1,0 – 12,0 м;
- ИГЭ-7п - сланцы слабовыветрелые, прочные, неразмягчаемые. Залегает в интервалах глубин от 9,3 до 30,0 м, вскрытой мощностью 1,5 – 15,0 м.

Свойства грунтов

В результате полевой документации горных выработок, лабораторных анализов грунтов, камеральной обработки, в пределах изученной глубины до 30 м, было выделено 12 инженерно-геологических элементов (ИГЭ) согласно требованиям ГОСТ 25100-2011 и ГОСТ 20522-12, которые представлены четвертичными дисперсными техногенными (как талые, так и многолетнемерзлые), элювиальными и скальными метаморфическими грунтами верхнего протерозоя.

Техногенные образования слагают дамбы и чашу хвостохранилища; элювиальные и скальные залегают в основании техногенных грунтов.

Нормативные и расчетные значения физических свойств дисперсных грунтов даны по результатам статистической обработки лабораторных данных, согласно ГОСТ 20522-12.

Нормативные и расчетные значения физико-механических свойств скальных грунтов даны на основе статистической обработки лабораторных данных, согласно ГОСТ 20522-12.

Нормативные значения С, φ, Е даны: для песков в талом состоянии по тб. А.1 СП 22.13330.2016, для крупнообломочных грунтов с глинистым заполнителем, в том числе в талом состоянии, по Методике ДальНИИС 1989 г.

Модуль деформации для ИГЭ-t1т дан по результатам штамповых испытаний.

Для ИГЭ-мt4вн и ИГЭ-мt4вн коэффициент сжимаемости и коэффициент оттаивания даны по результатам компрессионных испытаний (приложение П).

Расчетные значения С, φ приведены с учетом п. 5.3.20 СП 22.13330.2016.

Расчетное сопротивление - по СП 22.13330.2016, прил. Б, табл. Б.1, Б.2, Б.3.

Теплофизические характеристики даны по СП 25.13330.2012.

Нормативные значения физико-механических свойств грунтов приведены в таблицах Таблица 4.1, Таблица 4.2 и Таблица 4.3.

Таблица 4.1 - Нормативные показатели физико-механических свойств талых дисперсных грунтов

№ Инженерно-геологического элемента		ИГЭ-t1тк	ИГЭ-t1мп	ИГЭ-t1т	ИГЭ-5тп	ИГЭ-5т
Группа грунта по разработке по ГЭСН-81-02-03-2017. IV. Приложения. Приложение 1.1		41б	41б	41б	41б	41б
Категория грунта по сейсмическим свойствам СП 14.13330.2011, табл. 1		II	II	II	II	II
Граница текучести, WL, %		29.8	29.7	29.9	30.5	31.1
Граница раскатывания, WP, %		19.8	20.8	20.2	21.3	21.2
Число пластичности, Ip, дол.ед		10.0	8.9	9.7	9.2	9.9
Естественная влажность, W, %		12.7	10.5	5.4	11.2	5.8
Показатель текучести, Jт		1.13	0.62	-0.24	0.83	-0.37
Плотность, р, г/см3		2.23	2.16	2.12	2.28	2.15
Плотность сухого грунта, pd, г/см3		1.98	1.96	2.01	2.05	2.03
Плотность частиц грунта, ps, г/см3		2.70	2.70	2.70	2.70	2.70
Коэффициент водонасыщения, Sr,		0.95	0.74	0.42	0.95	0.46
Коэффициент пористости, е		0.36	0.38	0.34	0.32	0.33
Пористость, n, %		26.59	27.57	25.49	24.10	24.78
Засоленность. %		0.030	0.021	0.027	0.020	0.023
Коэффициент истираемости, Kfr, д.е.		0.26	0.25	0.26	0.26	0.25
Коэффициент выветрелости			0.64	0.63	0.69	0.64
Коэффициент фильтрации, Кф, м/сут		0.43	0.09	0.03	0.15	0.03
Плотность, р, г/см3	нормативное	2.23	2.16	2.12	2.28	2.15
	по деформациям (a=0.85)	-	2.15	2.11	-	2.14
	по несущей способности (a=0.95)	-	2.13	2.11	-	2.14
	нормативное	2	5	23	4	25

№ Инженерно-геологического элемента		ИГЭ-t1тк	ИГЭ-t1мп	ИГЭ-t1т	ИГЭ-5тп	ИГЭ-5т
Удельное сцепление С, кПа	по деформациям (a=0.85)	2	5	23	4	25
	по несущей способности (a=0.95)	2	3	15	2	17
Угол внутреннего трения φ, град	нормативное	29	30	31	39	31
	по деформациям (a=0.85)	29	30	31	39	31
	по несущей способности (a=0.95)	25	26	27	33	27
Модуль деформации, E МПа		19	22	39.1	20	38
Расчетное сопротивление, Ro кПа		400	400	450	400	450

Таблица 4.2 - Нормативные показатели физико-механических свойств мерзлых дисперсных грунтов

№ Инженерно-геологического элемента			ИГЭ-mt1тк	ИГЭ-mt1мп	ИГЭ-mt4вн	ИГЭ-mt4сс
Группа грунта по разработке по ГЭСН-81-02-03-2017. IV. Приложения. Приложение 1.1			5г	5г	5б	5б
Мерзлые	Плотность частиц грунта, ps г/см3		2.70	2.70	2.67	2.67
	Плотность мёрзлого грунта, pt г/см3		2.17	2.14	1.72	1.81
	Плотность скелета мёрзлого грунта, pd,f г/см3		1.93	1.95	1.26	1.55
	Коэффициент пористости мёрзлого грунта, ef		0.40	0.38	1.11	0.72
	Влажность суммарная, Wtot, д.е.		0.124	0.094	0.365	0.164
	Влажность за счет незамёршей воды, Ww, д.е.		0.000	0.000	0.000	0.000
	Льдистость видимых включений льда, ii д.е.		0.043	0.020	0.190	0.058
	Относительная осадка мёрзлого грунта, б		0.04	0.02	0.23	0.08
	Теплопроводность грунта, Вт/(м*0С)	Лth	2.08	1.84	2.56	1.73
		Лf	2.40	2.11	2.06	1.80
	Объемная теплоемкость грунта, Дж/кг*С	Cth	2443	2227	2890	2226
		Cf	1950	1852	3753	2293
	Температура мёрзлого грунта, t0 C		-1.4	-1.4	-1.4	-1.4
После оттаивания	Засолённость %, Dsal		0.023	0.027	0.03	0.0275
	Температура начала замерзания грунта, tbf, C		-0.1	-0.1	-0.1	-0.1
	Плотность талого грунта, p, г/см3		2.21	2.17	1.80	1.85
	Плотность скелета талого грунта pd, th г/см3		1.97	1.99	1.32	1.59
	Влажность природная, W, д.е.		0.124	0.094	0.365	0.164
	Коэффициент водонасыщения S, д.е.		0.89	0.70	0.94	0.65
	Коэффициент пористости талого грунта, e, д.е.		0.37	0.36	1.03	0.68
	Пористость талого грунта, n %		27.09	26.48	50.75	40.51
	Влажность на границе текучести, Wt, д.е.		0.30	0.31	-	-
	Влажность на границе раскатывания, Wp, д.е.		0.20	0.21	-	-

№ Инженерно-геологического элемента			ИГЭ-mt1тк	ИГЭ-mt1мп	ИГЭ-mt4вн	ИГЭ-mt4сс
	Пластичность число пластичности, Ip, д.е.		9.4	9.6	-	-
	Показатель текучести, Iz		1.28	0.58	-	-
	Коэффициент истираемость		0.25	0.25	-	-
	Коэффициент выветрелости		0.64	0.66	-	-
	Плотность грунта pt, г/см3	нормативное	2.21	2.17	1.80	1.85
		по деформациям (a=0.85)	2.20	2.16	1.79	1.84
		по несущей способности (a=0.95)	2.19	2.16	1.78	1.84
	Удельное сцепление C, кПа	нормативное	2	5	10	10
		по деформациям (a=0.85)	2	5	10	10
		по несущей способности (a=0.95)	1	3	7	7
	Угол внутреннего трения φ, град	нормативное	29	30	10	10
		по деформациям (a=0.85)	29	30	10	10
		по несущей способности (a=0.95)	25	26	9	9
	Модуль деформации, E, МПа		19	24	10	10
	Расчетное сопротивление Ro, кПа		400	400		
Коэффициент сжимаемости			0.004	0.003	0.008	0.008
Коэффициент оттаивания			0.032	0.018	0.222	0.077

Таблица 4.3 - Нормативные показатели физико-механических свойств скальных и полускальных грунтов

№ Инженерно-геологического элемента	ИГЭ-7мп	ИГЭ-7сп	ИГЭ-7п
Группа грунта по разработке по ГЭСН-81-02-03-2017. IV. Приложения. Приложение 1.1	33б	33в	33г
Категория грунта по сейсмическим свойствам СП 14.13330.2011, табл. 1	II	II	I
Естественная влажность, W, %	5.4	4.1	2.8
Плотность, p, г/см3	2.35	2.41	2.57
Плотность сухого грунта, pd, г/см3	2.22	2.32	2.50
Плотность частиц грунта, ps, г/см3	2.74	2.74	2.74
Коэффициент пористости, e	0.23	0.18	0.09
Пористость, n, %	14.40	15.36	8.66
Rсж в возд. сухом состоянии, МПа	19.92	42.99	92.51
Rсж в водонасыщенном состоянии, МПа	9.14	35.44	78.49
Коэффициент размягчаемости	0.47	0.83	0.85
Коэффициент выветрелости	0.81	0.85	0.91

Степень агрессивного воздействия грунта на бетонные и железобетонные конструкции для бетона марки по водонепроницаемости W4 (СП 28.13330.2017, табл. В1) – неагрессивная.

Степень агрессивного воздействия грунта на бетонные и железобетонные конструкции для бетона марки по водонепроницаемости W6 (СП 28.13330.2017, табл. В1) – неагрессивная.

Степень агрессивного воздействия хлоридов в грунтах на арматуру в железобетонных конструкциях W4 - W6 (СП 28.13330.2012, табл. В2) – неагрессивная.

Степень коррозионной агрессивности грунтов согласно ГОСТ 9.602-2016 к углеродистой и низколегированной стали – средняя.

По данным исследований грунты согласно ГОСТ 25100-2011, табл. Б.25 незасоленные.

Нормативные глубины сезонного промерзания и оттаивания представлены в таблицах Таблица 4.4 и Таблица 4.5, степень пучинистости грунтов – в таблице Таблица 4.6.

Таблица 4.4 - Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов

№ Инженерно-геологического элемента	Наименование грунта ГОСТ 25100-2011	Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов, м
ИГЭ-t1тк	Насыпной щебенистый грунт с суглинком текучим до 30%, с глыбами до 10%, грунт водонасыщенный; щебень средней прочности, средневыветрелый	3.1
ИГЭ-t1мп	Насыпной щебенистый грунт с суглинком мягкопластичным до 30%, с глыбами до 10%, грунт средней степени водонасыщения; щебень средней прочности, средневыветрелый	3.2
ИГЭ-t1т	Насыпной щебенистый грунт с суглинком твердым до 30%, с глыбами до 10%, грунт малой степени водонасыщения; щебень средней прочности, средневыветрелый	3.3
ИГЭ-5тп	Щебенистый грунт с суглинком текучепластичным до 30%, с глыбами до 10%, грунт насыщенный водой; щебень средней, прочности, средневыветрелый	3.1
ИГЭ-5т	Щебенистый грунт с суглинком твердым до 30%, с глыбами до 10%, грунт малой степени водонасыщения; щебень средней прочности, средневыветрелый	3.3
ИГЭ-7мп	Сланцы средневыветрелые, малопрочные, неразмягчаемые	3.6
ИГЭ-7сп	Сланцы средневыветрелые, средней прочности, неразмягчаемые	3.8
ИГЭ-7п	Сланцы слабовыветрелые, прочные, неразмягчаемые	4.1

Таблица 4.5 - Нормативная глубина сезонного оттаивания грунтов

№ Инженерно-геологического элемента	Наименование грунта ГОСТ 25100-2011	Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов, м
ИГЭ-mt1тк	Насыпной щебенистый грунт с суглинком до 30%, с глыбами до 10%, мерзлый, слабольдистый, массивно-корковой криотекстуры, при оттаивании суглинок текучий, грунт водонасыщенный; щебень средней прочности, средневыветрелый	2.6
ИГЭ-mt1мп	Насыпной щебенистый грунт с суглинком до 30%, с глыбами до 10%, мерзлый, не льдистый, массивной криотекстуры, при оттаивании суглинок мягкопластичный, грунт средней степени водонасыщения; щебень средней прочности, средневыветрелый	2.7
ИГЭ-mt4вн	Намывной песок пылеватый (пульпа), мерзлый, льдистый, слоистой криотекстуры, при оттаивании водонасыщенный	2.3
ИГЭ-mt4сс	Намывной песок пылеватый (пульпа), мерзлый, слабольдистый, массивной криотекстуры, при оттаивании средней степени водонасыщения	2.4

Таблица 4.6 - Степень пучинистости грунтов

№ Инженерно-геологического элемента	Наименование грунта ГОСТ 25100-2011	Степень пучинистости грунтов ε, %	Степень морозоопасности грунта
ИГЭ-t1тк	Насыпной щебенистый грунт с суглинком текучим до 30%, с глыбами до 10%, грунт водонасыщенный; щебень средней прочности, средневыветрелый	1.16*	слабопучинистый
ИГЭ-t1мп	Насыпной щебенистый грунт с суглинком мягкопластичным до 30%, с глыбами до 10%, грунт средней степени водонасыщения; щебень средней прочности, средневыветрелый	1.21*	слабопучинистый
ИГЭ-t1т	Насыпной щебенистый грунт с суглинком твердым до 30%, с глыбами до 10%, грунт малой степени водонасыщения; щебень средней прочности, средневыветрелый	1.09*	слабопучинистый
ИГЭ-5тп	Щебенистый грунт с суглинком текучепластичным до 30%, с глыбами до 10%, грунт насыщенный водой; щебень средней прочности, средневыветрелый	1.24*	слабопучинистый
ИГЭ-5т	Щебенистый грунт с суглинком твердым до 30%, с глыбами до	1.21*	слабопучинистый

№ Инженерно-геологического элемента	Наименование грунта ГОСТ 25100-2011	Степень пучинисто-сти грунтов ε, %	Степень морозоо-пасности грунта
	10%, грунт малой степени водона-сыщения; щебень средней прочно-сти, средневыветрелый		
ИГЭ-7мп	Сланцы средневыветрелые, мало-прочные, неразмягчаемые	1.16*	слабопучи-нистый
ИГЭ-7сп	Сланцы средневыветрелые, сред-ней прочности, неразмягчаемые	1.21*	слабопучи-нистый
ИГЭ-7п	Сланцы слабовыветрелые, проч-ные, неразмягчаемые	1.09*	слабопучи-нистый

5 Уровень грунтовых вод, их химический состав, агрессивность грунтовых вод и грунта по отношению к материалам, используемым при строительстве подземной части объекта капитального строительства

В период изысканий подземные воды вскрыты на глубине от 1,0 – 5,0 до 17,8 м. Водовмещающие породы – насыпной щебенистый грунт с суглинком текучим до 30%, с глыбами до 10% (ИГЭ- t1тк) мощностью от 0,6 – 1,2 до 9,0 м.

Вскрытые подземные воды имеют техногенное происхождение.

По химическому составу воды хлоридно-гидрокарбонатные с минерализацией 406,4 – 411,8 мг/дм^3.

Степень агрессивного воздействия жидкой неорганической среды на бетон марки по водонепроницаемости W4 (СП 28.13330.2017 таблица В.3) – слабоагрессивная.

Степень агрессивного воздействия жидкой неорганической среды на бетон марки по водонепроницаемости W6 (СП 28.13330.2017 таблица В.3) – неагрессивная.

6 Описание и обоснование конструктивных решений зданий и сооружений, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций

6.1 Описание и обоснование конструктивных решений

В соответствии с СП 58.13330.2012 (Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003 «Гидротехнические сооружения. Основные положения») и статьей 3 117-ФЗ от 23.06.1997 г. «О безопасности гидротехнических сооружений» проектной документацией для складирования хвостов сорбции предусмотрено хвостовое хозяйство в составе:

- хвостохранилище хвостов сорбции;
- насосная станция оборотного водоснабжения;
- пульповод и водовод оборотного водоснабжения.

Хвостохранилище хвостов сорбции

Емкость хвостохранилища организована выемкой лежалых хвостов в ложе старого хвостохранилища и возведением новой ограждающей дамбы с 2-х сторон (юго-западной и юго-восточной) от Пк 1+7,44 до Пк 7+26,63 (конец дамбы). С северо-западной стороны используется участок существующей дамбы (Пк 0 – Пк 1+7,44). С северо-восточной стороны хвостохранилище примыкает к склону борта долины ручья Горелый.

Высотная отметка гребня ограждающей дамбы 945,0 м, высотная отметка дна от 930,0 м в юго-западном углу до 934,0 по северо-западной стороне. Дно чаши выполнено с уклоном в сторону падения долины руч. Горелый для обеспечения стока атмосферных осадков в период строительства в один юго-западный угол чаши.

Класс ограждающей дамбы в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 5 октября 2020 года N 1607 – III (третий). Класс опасности складируемых хвостов – 5 пятый (приложение А).

Полезная вместимость хвостохранилища составляет 430,1 тыс. м^3 и обеспечит складирование хвостов при проектной производительности в течении 13,3 лет эксплуатации в количестве 585,0 тыс. т.

Подача пульпы в емкость с ЗИФ осуществляется по самотечному пульповоду. Отстоявшаяся оборотная вода из прудка хвостохранилища, посредством плавучей насосной станции, по напорному трубопроводу, направляется на ЗИФ в систему оборотного водоснабжения процесса цианирования.

Для исключения фильтрации из емкости и для защиты подземных вод и поверхностных водотоков от загрязнения фильтрационной водой производится устройство полимерного противофильтрационного экрана чаши состоящего из:

- подстилающего слоя, отсыпаемого песчано-суглинистым грунтом (лежалые хвосты с площадки строительства) мощностью 0,20±0,05 м, который выравнивается по площади и уплотняется катком;
- гидроизоляционного слоя из сваренного полиэтиленового листа (геомембраны) толщиной 1,0 мм изготавливаемого в соответствии с требованиями ГОСТ Р 56586-2015 «Геомембраны гидроизоляционные полиэтиленовые рулонные»;

– защитного слоя геомембраны, отсыпаемого песчано-суглинистым грунтом (лежалые хвосты с площадки строительства) мощностью 0,50±0,05 м по всей площади геомембраны и дополнительного защитного слоя из щебнисто-глыбового грунта вскрышных пород карьера на откосах дамбы и борта чаши, мощностью 0,30±0,05 м.

Основные параметры и показатели хвостохранилища хвостов сорбции представлены в таблице

Таблица 6.1.

Таблица 6.1 - Основные параметры и показатели хвостохранилища хвостов сорбции

Наименование параметров и показателей	***Значение***
Класс гидротехнического сооружения	III (третий)
Класс опасности складируемых хвостов	5 (пятый)
Годовое поступление хвостов на складирование (твердое), тыс. т	43,77
Высотная отметка гребня ограждающей дамбы, м	945,0
Максимальный конечный уровень воды прудка, м	944,0
Максимальная глубина, м	15,0
Площадь зеркала чаши при максимальном заполнении, тыс. м^2	54,11
Объем общий, тыс. м^3	485,9
Объем полезный, тыс. м^3	430,1
Вместимость по хвостам (плотность укладки хвостов – 1,6 т/м^3, коэф. использования емкости - 0,85), тыс. т.	585,0
Площадь гидроизолированной поверхности чаши, тыс. м^2	60,0
Ограждающая дамба: длина, м	726,6
ширина по низу (мин./макс.), м	67,0 / 94,1
максимальная высота по верховому / низовому откосу, м	15,0 / 19,7
ширина по верху, м	10,0
превышение гребня дамбы над максимальным конечным уровнем воды, м	1,0
заложение откосов: верхового	1:3,0
низового	1:2,0

Наименование параметров и показателей	*Значение*
строительный объем выемки, тыс. м^3	48,3
строительный объем насыпи, тыс. м^3	309,1
Проектный срок заполнения, лет	13,3

Поскольку поверхность площадки техногенная и на ней отсутствует растительность и почвенно-растительный слой, то их удаления не требуется.

Ограждающая дамба хвостохранилища отсыпается из вскрышных пород карьера, имеющих высокие прочностные характеристики, представленные в таблице Таблица 6.2.

Таблица 6.2 - Характеристика физических свойств пород месторождения Голец Высочайший

Наименование пород	Физические характеристики			
	плотность, т/м^3	сопротивление сжатию, МПа	сцепление, МПа	угол внутреннего трения, град.
Сланцы песчаные	2,70	72	18,0	37
Филлиты	2,72	53	15,2	30
Известняки	2,67	54	15,5	30
Песчаники	2,67	68	17,0	37
Алевролиты	2,73	118	32,0	33

Также при строительстве дамбы для устройства подстилающего слоя противофильтрационного экрана и в качестве наполнителя (до 20 %) для рыхлых пород вскрыши карьера используются лежалые хвосты из чаши хвостохранилища представленные следующими породами:

- ИГЭ-mt4вн - намывной песок пылеватый (пульпа), мерзлый, льдистый, слоистой криотекстуры, при оттаивании водонасыщенный. Залегает в интервалах глубин от 3,5 до 19,8 м, вскрытой мощностью 3,5 – 5,0 м.
- ИГЭ-mt4сс - намывной песок пылеватый (пульпа), мерзлый, слабольдистый, массивной криотекстуры, при оттаивании средней степени водонасыщения. Залегает в интервалах глубин от 0,0 до 18,8 м, вскрытой мощностью 3,6 – 18,8 м.

Сведения о минимально необходимых показателях свойств грунтовых строительных материалов, намеченных к применению для строительства ГТС хвостохранилища (тел дамб, защитных слоев противофильтрационных экранов) и сооружений защиты территории от затопления:

1) Каменный материал должен иметь следующие характеристики (в соответствии с ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация, ГОСТ 22263-76 «Щебень и песок из пористых горных пород. Технические условия», ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия»):

- дробимость при сжатии в цилиндре - не менее 500;
- истираемость в полочном барабан – не менее И1;
- минимальную марка камня по морозостойкости, находящегося в зоне переменного уровня воды – не менее F 50-100 (Табл. 16-10 «Инструкция по поискам, разведке и опробованию минеральных строительных материалов для гидротехнического строительства» И-36-66);
- содержание игловатой и пластинчатой формы – не более 15-25%;
- содержание зёрен слабых пород – не более 15%;
- коэффициент размягчаемости камня - ≥0,75 (Табл. Б.5 ГОСТ 25100-2011 Грунты).

Коэффициент уплотнения грунта в теле дамбы должен составлять не менее 0,95.

2) Песок должен иметь следующие характеристики (в соответствии с ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия, СП 39.13330.2012 Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84*):

- коэффициент фильтрации – 2-35 м/смут;
- дробимость при сжатии в цилиндре - не менее 500;
- истираемость в полочном барабан – не менее И1;
- морозостойкость - не менее F 50-100 (Табл. 16-10 «Инструкция по поискам, разведке и опробованию минеральных строительных материалов для гидротехнического строительства» И-36-66);
- водостойкость - - ≥0,75 (Табл. Б.5 ГОСТ 25100-2011 Грунты).

Коэффициент уплотнения грунта в теле дамбы должен составлять не менее 0,95.

3) Глинистые грунты должны иметь следующие характеристики (в соответствии СП 39.13330.2012 Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84*):

- коэффициент фильтрации - <0,1 м/сут;
- число пластичности - >= 0,05;

– удельное сцепление – 15-25 кПа.

Коэффициент уплотнения грунта в теле дамбы должен составлять не менее 0,95.

Отсыпка тела дамбы производится слоями 0,2-0,3 м с послойным уплотнением виброкатком до достижения коэффициента уплотнения 0,95.

Заложение верхового откоса дамбы принято 1:3 из условия укладки по откосу противофильтрационного экрана из полимерного материала в соответствии с требованиями СН 551 – 82 / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1983. – 40 с./.

Заложение низового откоса дамбы принято 1:2 согласно расчетам на устойчивость (раздел 6.2, приложение В).

Превышение гребня дамбы над максимальным конечным уровнем воды на завершающем этапе эксплуатации в хвостохранилище принято равным 1 м.

Сооружение полимерного противофильтрационного экрана производят в соответствии с нормативными требованиями /Инструкция по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов. СН 551 – 82 / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1983. – 40 с./ и /Рекомендации по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полимерных рулонных материалов. ОАО «ВНИИ им. Веденеева». – С.-Петербург, 2001. – 40 с./

Сварку листов полимерного противофильтрационного устройства, как правило, следует выполнять при положительной температуре воздуха.

На откосах укладку листов экрана следует производить сверху вниз. Швы должны располагаться перпендикулярно гребню дамбы.

На гребнях откосов и дамб край полимерного элемента заводится в предварительно подготовленную траншею и засыпается грунтом.

Полотна полиэтиленовых листов настилаются раскатыванием из рулонов по поверхности с нахлестом 100-150 мм и свариваются двойным швом при помощи специального полуавтоматического сварочного аппарата. Данные работы производятся в сухую погоду.

По завершению сварки отдельных полиэтиленовых листов производится проверка швов на герметичность закачиванием воздуха в пространство между двух швов. Выявленные дефекты устраняются.

Поверх полиэтиленовых листов производится укладка защитного слоя геомембраны, отсыпаемого песчано-суглинистым грунтом (лежалые хвосты с площадки

строительства) мощностью 0,50±0,05 м по всей площади геомембраны и дополнительного защитного слоя из щебнисто-глыбового грунта вскрышных пород карьера на откосах дамбы и бортах чаши, мощностью 0,30±0,05 м.

В процессе укладки, для предохранения экрана от ветровых воздействий, производится их пригрузка лежалыми хвостами, которые разравниваются по всей площади и образуют защитный слой геомембраны. Количество пригрузочного материала рассчитывается таким образом, чтобы сформировать необходимую мощность защитного слоя и при доставке грунта не было необходимости передвигаться тяжелой техникой по уложенной геомембране, а подъезд осуществлялся с не застеленной стороны.

Строительство емкости должно выполняться по рабочей документации в соответствии с подготовленными техническими условиями, в которых регламентированы порядок и очередность производства работ, применяемые для отсыпки слоев грунты, толщина слоев отсыпки, степень уплотнения и др.

Укладка геомембраны противофильтрационного экрана должна осуществляется по проекту производства работ, разрабатываемому подрядчиком.

По гребню дамбы возможен проезд для служебных автомашин. Дамба имеет два въезда с существующей автодороги. На гребне дамбы устанавливаются сигнальные столбики СС-2.

Для работы в темное время на площадке предусмотрено освещение.

Вокруг хвостохранилища устанавливается охранная зона шириной 20 м. По периметру охранной зоны предусмотрена установка предупредительных знаков, запрещающих проход посторонних людей.

Отвод поверхностных вод осуществляется по кювету существующей автодороги, проходящей выше хвостохранилища.

Подача хвостов с ЗИФ в хвостохранилище хвостов сорбции производится по самотечному пульповоду.

Отстоявшаяся вода посредством плавучей насосной станции подается в систему оборотного водоснабжения ЗИФ по напорному водоводу.

6.2 Расчет устойчивости дамбы хвостохранилища

Основные положения расчёта

Дамба хвостохранилища относится к временным гидротехническим сооружениям. В процессе строительства и эксплуатации её класс не будет меняться. В соответствии с указаниями п. 1 /Постановление правительства Российской Федерации

№ 1607 от 05 октября 2020 г. «Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений»/ класс дамбы при строительстве и эксплуатации принимается III (третий).

В соответствии с п. 4 /П-783-88 (Гидропроект) Рекомендации по проектированию плотин из грунтовых материалов. Раздел: Расчёт устойчивости откосов грунтовых плотин/ критерием устойчивости откосов является соблюдение (для наиболее опасной призмы обрушения) неравенства м ((1):

$$\gamma_{fc}\, F(\gamma_f) \le R\, \gamma_c / \gamma_n\, (1 / \gamma_g), \quad (1)$$

где ***F*** — расчётное значение обобщённого силового воздействия, определяемое с учётом коэффициента надёжности по нагрузке γ_f (в зависимости от метода расчёта устойчивости откосов F равнодействующая активных сил или моментов этих сил относительно оси поверхности сдвига);

R - обобщённое расчётное значение сил предельного сопротивления сдвигу по рассматриваемой поверхности с учётом коэффициента безопасности по грунту γ_g;

γ_{fc} - коэффициент сочетания нагрузок, определяемый по табл. 10 /*СП 39.13330.2012 «СНиП 2.06.05-84* «Плотины из грунтовых материалов»*/;

γ_n - коэффициент надёжности по ответственности сооружения, принимаемый равным 1,15 для сооружений III класса;

γ_f - коэффициент надёжности по нагрузке; по таблице Д.1 Приложения Д / *СП 58.13330.2012 «СНиП 33-01-2003 «Гидротехнические сооружения. Основные положения»/*;

γ_c - коэффициент условий работы, принимается в соответствии с п.9.11 /*СП 39.13330.2012 «СНиП 2.06.05-84* «Плотины из грунтовых материалов»/* в зависимости от используемого способа расчёта (для инженерного метода расчёта γ_c=0,95);

γ_g - коэффициент надёжности по грунту, определяемый в соответствии с п.5.16 /*СП 23.13330.2011 «СНиП 2.02.02-85 «Основания гидротехнических сооружений»/*.

При поиске опасной поверхности сдвига может быть использована зависимость для коэффициента устойчивости (Формула $K_s = R / F >= \gamma_n\, \gamma_{lc} / \gamma_c$, (2):

$$K_s = R / F >= \gamma_n\, \gamma_{lc} / \gamma_c, \quad (2)$$

Полученные расчётом значения коэффициента устойчивости при соответствующем сочетании нагрузок не должны превышать величины более чем на 10%, если это не обусловлено особенностями сооружения. Значения коэффициентов приведено в таблице Таблица 6.3.

Таблица 6.3 - Значения коэффициентов γ_{lc}, γ_n, γ_f , γ_c, и γ_g

Обозначение, обоснование	Наименование коэффициентов, обоснование	Сочетание нагрузок н воздействий	
		основное	особое
γ_{lc}	коэффициент сочетания нагрузок и воздействий, по табл. 10 [СНиП 2.06.05-84*]	1,00	0,9
γ_n	коэффициент надёжности по ответственности сооружения IV класса, по табл. 9 [СНиП 2.06.05-84*]	1,10	1,10
γ_f	коэффициент надёжности по нагрузке, по таблице Д.1 Приложения Д. [СНиП 33-01-2003] • давление воды непосредственно на поверхность откоса н основание, силовое воздействие фильтрующей воды, волновое давление, поровое давление	1,0	1,0
	• собственный вес сооружения (без веса грунта)	1,05	1,05
	• вес грунта (вертикальное давление от веса грунта)	1,1	1,1
	• боковое давление грунта	1,2	1,2
	• сейсмическое воздействие		
γ_c	коэффициент условий работы при использовании инженерного метода расчёта, в соответствии с п. 9.11 [СНиП 2.06.05-84]	Удовлетворяющие условиям равнове-	
		0,95	0,95
γ_g	коэффициент безопасности по грунту, определяемый по [СНиП 2.02.02-85]	1,05	1,05
$K_{y\,доп}$	допускаемые коэффициенты устойчивости для плотин III класса [1,15]	[1,21]	[1,15]

Рассчитанные коэффициенты для различных периодов и сочетаний нагрузок и воздействий на откос грунтовой плотины в зависимости от класса опасности сооружения сведены в таблицу Таблица 6.4.

Таблица 6.4 - Численные значения коэффициента устойчивости

Сочетание нагрузок и воздействий	Допускаемый коэффициент устойчивости ($K_{y\,доп}$) для плотин класса			
	I	II	III	IV
Основное	1,32	1,26	1,21	1,16
Особое	1,18	1,14	1,09	1,04
Строительного периода	1,25	1,20	1,15	1,10

В соответствие с характеристиками дамбы, свойствами грунтов и требованиями нормативов для обеспечения безопасной эксплуатации рассматриваемых гидротехнических сооружений, выполнен проверочный расчёт устойчивости откосов карьеров и дамбы хвостохранилища. Он выполнен для наиболее худших условий эксплуатации, когда дамба полностью талая, с учётом растепления грунтов основания дамбы. Расчёт выполнен на ЭВМ (Программа “GEO5 - Расчёт устойчивости откосов”, версия программы: 2017.79, авторы © Fine spol. s r.o., Praha, 2007-2017 г., http://www.finesoftware.ru. Сертификат соответствия представлен в приложении Б).

Геометрическая модель включает разделение основания на слои, структурные объекты и сейсмические нагрузки. Расчётная геомеханическая модель основана набором характеристик из отчёта об инженерно-геологических изысканиях.

Грунт моделируется как многокомпонентный материал, состоящий из разных слоёв грунта в теле дамбы, а также слоёв грунта, находящихся в основании.

При расчёте учитывались следующие данные:

- вес грунта;
- вес воды в накопителе;
- землетрясение (бальность, фактор гориз. ускорения, коэффициент значимости, комплексный фактор влияния, фактор вертик. ускорения).

При основных сочетаниях нагрузок, учитывались:

- собственный вес сооружений;
- давление воды на поверхности сооружений со стороны верхнего бьефа (на стадии эксплуатации);
- вес грунта и его боковое давление.
- коэффициент сочетания нагрузок и воздействия – 1.

При особых сочетаниях нагрузок, учитывались:

- вес грунта;
- вес воды в накопителе (соответствующее максимальному заполнению ёмкости);
- сейсмические воздействия (Т-500 и Т-5000 для соответствующих расчётов);
- коэффициент сочетания нагрузок и воздействия – 0,95.

Расчёты проводились по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения методом Бишопа (основной метод).

Для расчётов применялся процесс оптимизации. Цель данного процесса – это выявление расположения поверхности скольжения с наименьшим коэффициентом устойчивости склона. В процессе оптимизации расчёта программа автоматически производит подбор параметров. Это даёт множество вариантов расчёта. Вариант, при котором находится поверхность скольжения с наименьшим коэффициентом устойчивости склона, принимается в качестве критического.

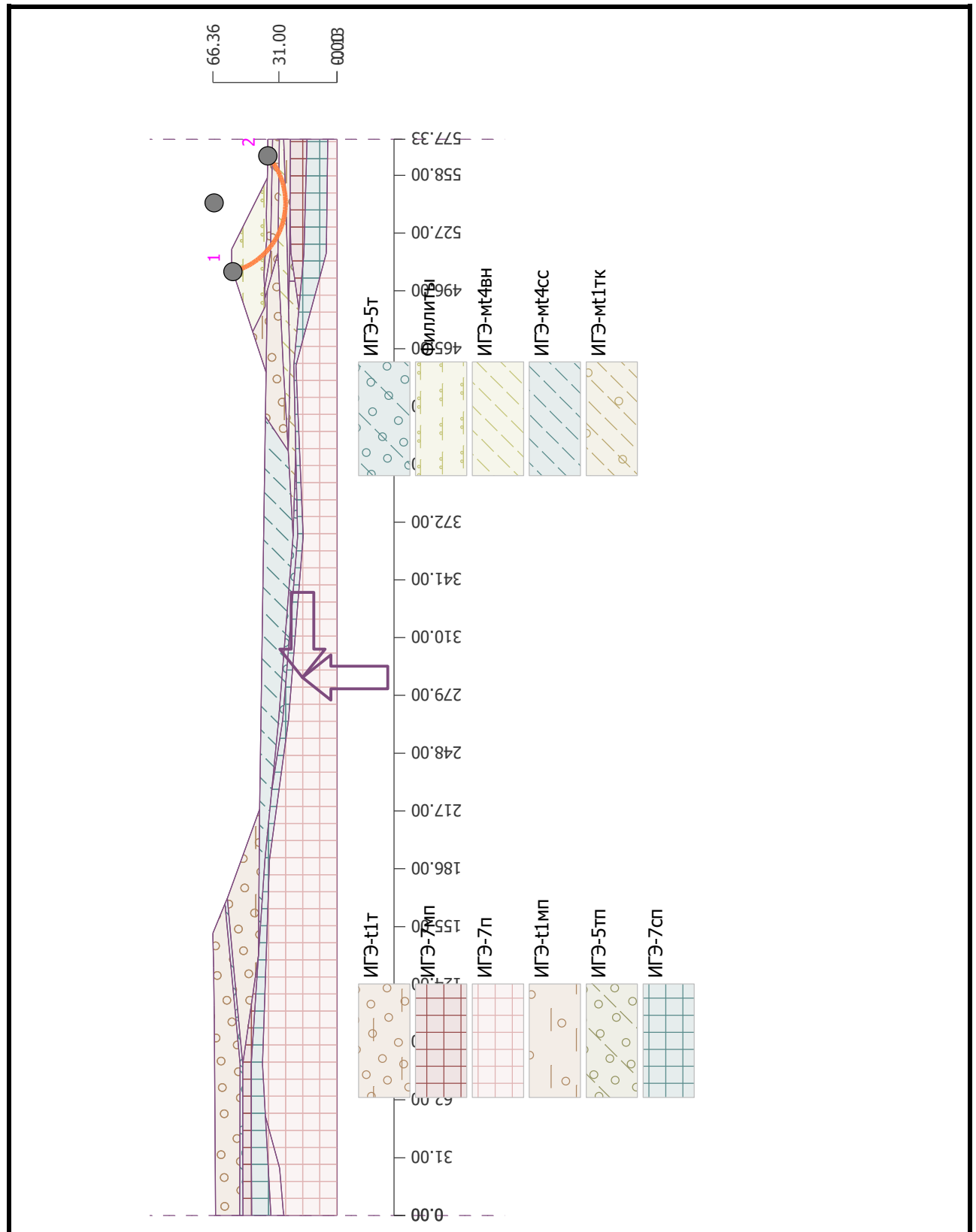
Основные положения расчёта приведены в таблице Таблица 6.5.

Таблица 6.5 - Основные положения расчёта

Наименование коэффициентов, обоснование	**Основание**	**Сочетание нагрузок и воздействий**	
		основное	**особое**
Высота дамбы, м	Проектная документация	18,7	18,7
Класс сооружения	Постановление Правительства РФ от 02.11.2013 г. № 986	III	III
коэффициент сочетания нагрузок и воздействий	СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения.	1,00	0,95
коэффициент надёжности по ответственности сооружения III класса	СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Постановление Правительства РФ № 1607 от 05 октября 2020 г.	1,21	1,15
сейсмическое воздействие (Т-500)	Материалы инженерных изысканий	6	6
сейсмическое воздействие (Т-5000)	Материалы инженерных изысканий	7	7
допускаемые коэффициенты устойчивости для плотин III класса	СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения.	[1,21]	[1,15]

На рисунках Рисунок 6 и Рисунок 7 представлены рассчитанные по методу Бишопа кривые поверхности скольжения низовых откосов дамбы для характерных этапов строительства и эксплуатации.

ИРГИРЕДМЕТ IRGIREDMET ©, АО Иргиредмет



Плоскость скольжения после оптимизации.

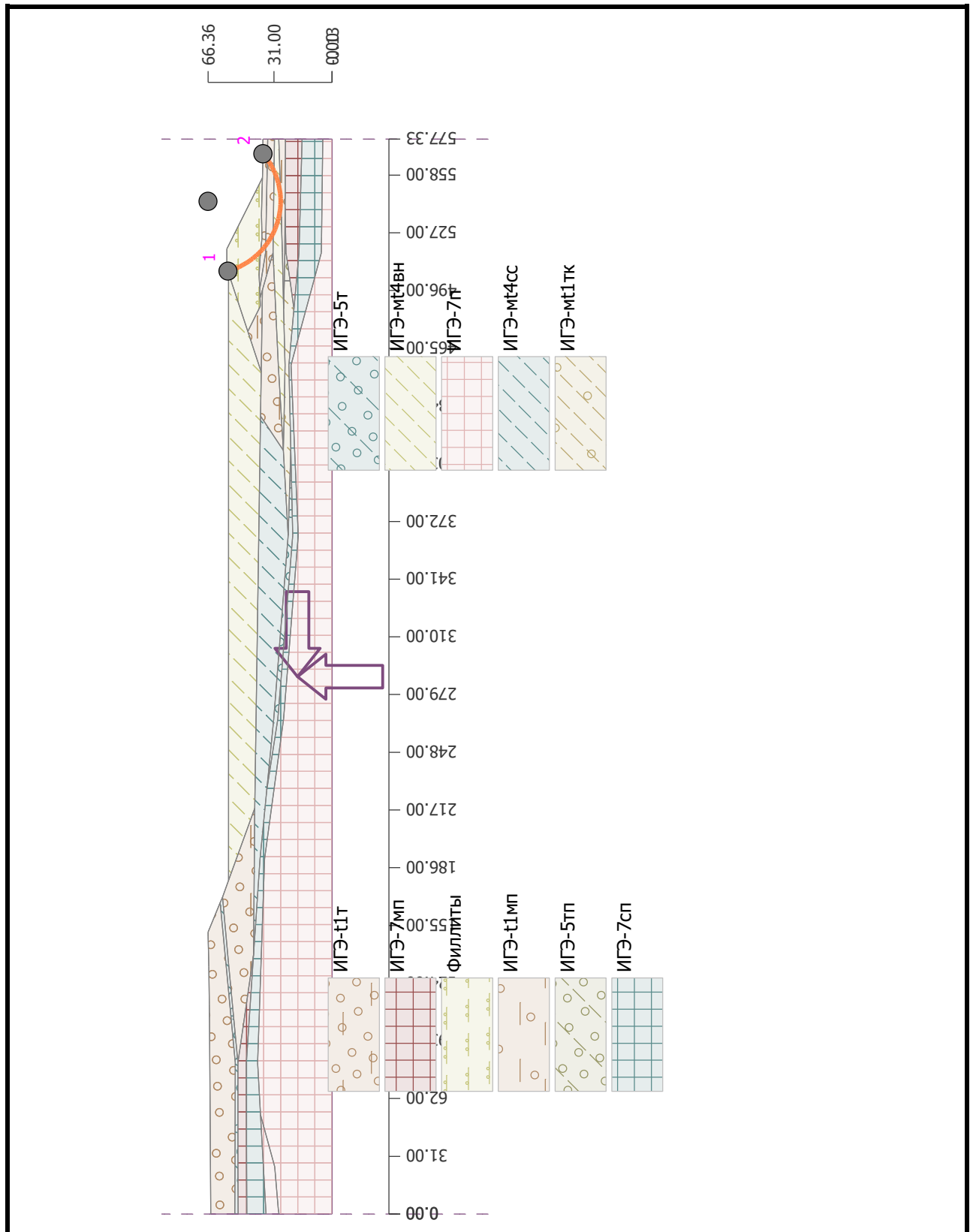
Проверка устойчивости откоса (Bishop)

Суммирование активных сил:	F_a =	5144.80	кН/м
Суммирование пассивных сил:	F_p =	7307.31	кН/м
Оползневый момент:	M_a =	196788.47	кНм/м
Удерживающий момент:	M_p =	279504.73	кНм/м

Коэфф.запаса = 1.42 > 1.15

Рисунок 6 - Кривая скольжения по методу Бишопа. Период строительства, низовой откос

ИРГИРЕДМЕТ IRGIREDMET ©, АО Иргиредмет



Плоскость скольжения после оптимизации.

Проверка устойчивости откоса (Bishop)

Суммирование активных сил:	F_a =	5169.60	кН/м
Суммирование пассивных сил:	F_p =	7348.12	кН/м
Оползневый момент:	M_a =	201666.22	кНм/м
Удерживающий момент:	M_p =	286650.22	кНм/м

Коэфф.запаса = 1.42 > 1.21

Рисунок 7 - Кривая скольжения по методу Бишопа. Период эксплуатации, низовой откос

Расчеты представлены в прилолжении В. Результаты расчётов представлены в таблице Таблица 6.6.

Таблица 6.6 - Результаты расчётов устойчивости дамбы

Откосы	**Сочетания нагрузок и воздействий**		
	основное	строительный период	особое
Верховой откос	-	1,77>[1,15]	Ks = 1,77 > (γ_n , γ_{lc}) / γ_c = 1,15 × 1 / 0,95 = 1,21
Низовой откос период эксплуатации	1,42>[1,21]	1,42>[1,15]	Ks =1,42 > (γ_n , γ_{lc}) / γ_c = 1,15 × 1 / 0,95 = 1, 21

Выводы:

Устойчивость откосов обеспечивается, поскольку полученное расчётное значение коэффициентов их устойчивости больше допустимого нормативного значения этих коэффициентов.

6.3 Складирование хвостов цианирования. Оборотное водоснабжение

Подача хвостовой пульпы в хвостохранилище с ЗИФ осуществляется по самотечному пульповоду. Сброс пульпы в чашу предусмотрен сосредоточенный с северо-восточного угла чаши. В зимний период времени слив пульпы осуществляется сосредоточенно под лед прудка в заранее подготавливаемые проруби.

Подача отстоявшейся оборотной воды из прудка-отстойника хвостохранилища на ЗИФ осуществляется посредством плавучей насосной станции по напорному трубопроводу. Забор воды осуществляется с противоположной от сброса стороны у юго-восточного угла чаши.

Прудок хвостохранилища оборудуется водомерной рейкой.

Зависимости площадей и объемов чаши хвостохранилища представлены на рисунке Рисунок 8.

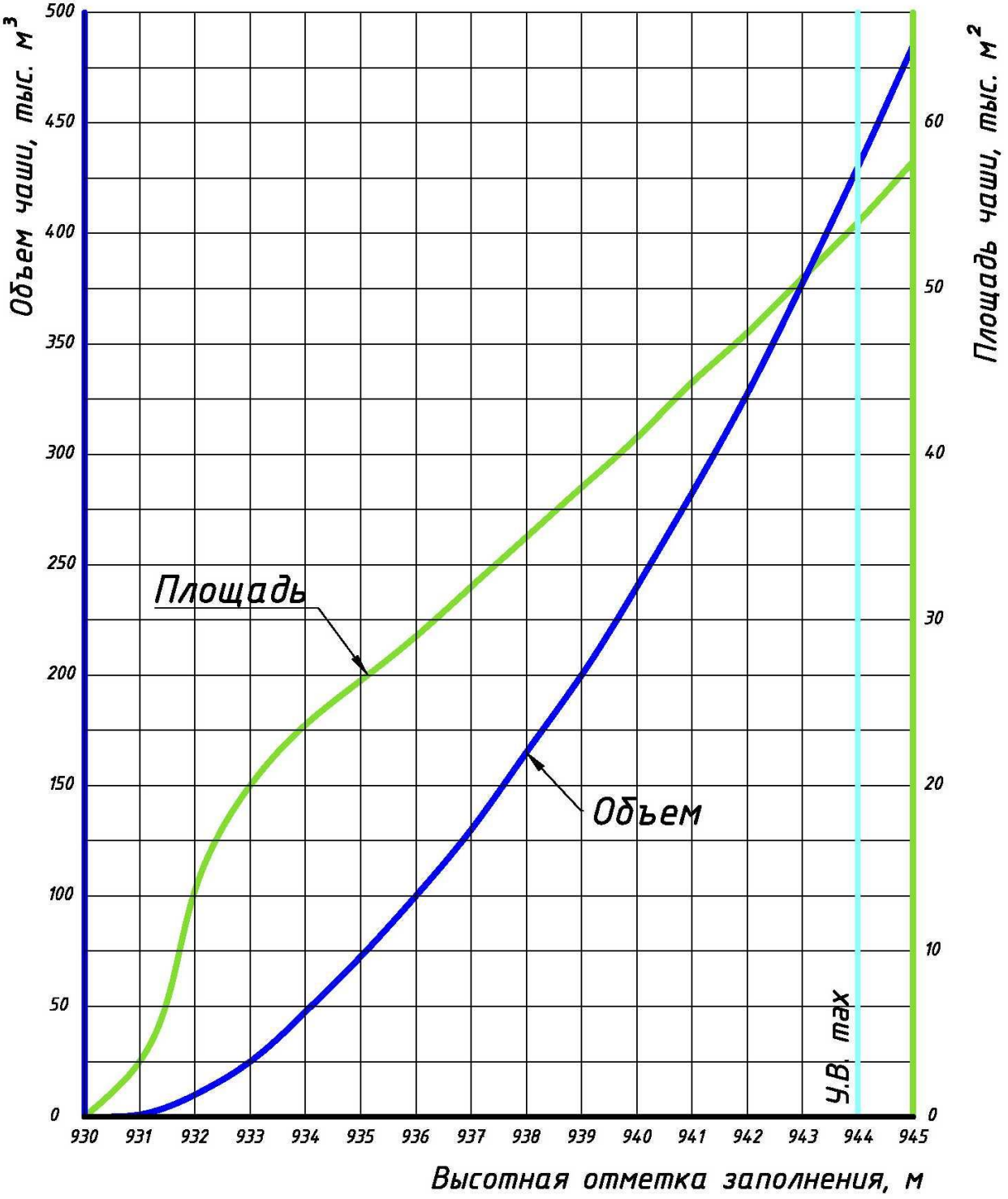


Рисунок 8 - Зависимости площади и объема чаши хвостохранилища от высотной отметки заполнения

6.4 Проектные решения, строительные материалы

Строительство хвостохранилища включает выполнение следующих операций:

1) Строительство подъезда с южной стороны.

2) Разметка площадки строительства.

3) Строительство тела дамбы из привозных пород вскрыши карьера и вынимаемых в чаше хвостохранилища, формирование бермы вдоль северного-западного и северо-восточного бортов.

4) Планировка и уплотнение дна и бортов чаши.

5) Укладка подстилающего слоя геомембраны из хвостов, вынимаемых из чаши хвостохранилища, уплотнение.

6) Укладка полимерной геомембраны на дно и борта чаши.

7) Укладка защитного слоя геомембраны, отсыпаемого песчано-суглинистым грунтом (лежалые хвосты с площадки строительства) мощностью 0,50±0,05 м по всей площади геомембраны и дополнительного защитного слоя из щебнисто-глыбового грунта вскрышных пород карьера на откосах дамбы и борта чаши, мощностью 0,30±0,05 м.

8) Прокладка трубопровода оборотной воды и пульповода.

9) Благоустройство площадки (установка предупреждающих табличек, ограждающих столбиков, освещения и пр.).

Дамба хвостохранилища отсыпается на полную проектную высоту, сначала до отметки 944,5 м из грунтов, вынутых в ложе чаши хвостохранилища, и, после укладки геомембраны поднимается до отметки 945,0 м. Берма по северо-западной и северо-восточной стороне также сначала формируется на отметке 944,5 м и, после укладки геомембраны доводится до отметки 945,0 м. Дно чаши имеет уклон, совпадающий с уклоном долины руч. Горелый и находится в отметках от 930,0 до 934,0 м после укладки геомембраны и защитного слоя. Формирование дна под укладку геомембраны производится на 0,5 м ниже проектных отметок и до проектных отметок поднимается за счет защитного слоя геомембраны. Для предотвращения фильтрации чаша оборудуется полимерным противофильтрационным экраном.

Снятие потенциально-плодородного слоя почвы не предусмотрено за его отсутствием.

Отсыпка тела дамбы производится слоями 0,2-0,3 м с послойным уплотнением виброкатком. Уплотнение производится до достижения коэффициента уплотнения не менее 0,95.

Заложение низового откоса принято 1:2,0. Заложение верхового откоса принято в соответствии с требованиями надежного сцепления материала экрана с подстилающим и защитным слоями грунта (Инструкция по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов (СН 551-82 Госстрой СССР М. Стройиздат, 1983) равное 1:3. Ширина

гребня дамбы принята 10,0 м из расчета возможности проезда по ней в период строительства, ремонта, обслуживания и по условиям прочности. Постоянного проезда по гребню дамбы не предусмотрено.

Для исключения фильтрационных потерь из хвостохранилища и для защиты подземных вод и поверхностных водотоков от загрязнения фильтрационной водой, производится устройство полимерного противофильтрационного экрана из цельносварной геомембраны на основе полиэтиленового листа толщиной 1,0 мм изготавливаемого в соответствии с требованиями ГОСТ Р 56586-2015 «Геомембраны гидроизоляционные полиэтиленовые рулонные».

Противофильтрационный полимерный экран укладывается на выровненное и уплотненное суглинистое основание (лежалые хвосты из чаши хвостохранилища). Сооружение экрана производят в соответствии с нормативными требованиями /Инструкция по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов. СН 551 – 82 / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1983. – 40 с./ и /Рекомендации по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полимерных рулонных материалов. ОАО «ВНИИ им. Веденеева». – С.-Петербург, 2001. – 40 с./.

Грунт в чаше хвостохранилища для строительства тела дамбы вынимается с площади на глубину, необходимую для достижения проектного профиля чаши.

Перед укладкой противофильтрационного экрана по ложу хвостохранилища, суглинистый грунт выравнивается и уплотняется строительными катками до достижения коэффициента уплотнения не менее 0,95 и является подстилающим слоем для противофильтрационного экрана.

Сварку листов полимерного противофильтрационного устройства, как правило, следует выполнять при положительной температуре воздуха.

На откосах укладку листов экрана следует производить сверху вниз. Швы должны располагаться перпендикулярно гребню дамбы.

На гребнях откосов дамбы край полимерного элемента заводится в предварительно подготовленную траншею и засыпается грунтом.

Полотна полиэтиленовых листов настилаются раскатыванием из рулонов по поверхности с нахлестом 100 - 150 мм и свариваются двойным швом при помощи специального полуавтоматического сварочного аппарата. Данные работы производятся в сухую погоду.

По завершению сварки отдельных полиэтиленовых листов производится проверка швов на герметичность закачиванием воздуха в пространство между двух швов. Выявленные дефекты устраняются.

Для предохранения листов геомембраны поверх нее производится укладка защитного слоя, отсыпаемого песчано-суглинистым грунтом (лежалые хвосты с площадки строительства) мощностью 0,50±0,05 м по всей площади геомембраны и дополнительного защитного слоя из щебнисто-глыбового грунта вскрышных пород карьера на откосах дамбы и борта чаши, мощностью 0,30±0,05 м.

Строительство хвостохранилища должно выполняться по рабочей документации в соответствии с подготовленными техническими условиями и планом производства работ, в которых регламентированы порядок и очередность производства работ, применяемые для отсыпки слоев грунты, толщина слоев отсыпки, степень уплотнения и др.

Укладка геомембраны противофильтрационного экрана должна осуществляется по проекту производства работ, разрабатываемому подрядчиком работ по укладке полимерного экрана.

6.5 Организация строительства хвостохранилища

Строительство хвостохранилища должно выполняться по разрабатываемой рабочей документации и планом производства работ в полном соответствии со специально подготовленными техническими условиями, в которых четко регламентированы очередность производства работ, состав и свойства применяемых грунтов, толщина слоев отсыпки, степень уплотнения, увлажнения и др.

При строительстве хвостохранилища необходимо выполнить перечень основных работ с объемами, представленными в таблице Таблица 6.7.

Таблица 6.7 - Объемы работ по строительству хвостохранилища.

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ
1	Рыхление основания дамбы бульдозером-рыхлителем на глубину 0,4-0,5 м	тыс. м^2	50,0
2	Выемка грунта из карьера в ложе хвостохранилища	тыс. м^3	48,3
	Доставка грунта вскрышных пород карьера	тыс. м^3	260,8
3	Укладка грунта в тело дамбы	тыс. м^3	218,2
4	Уплотнение откосов дамбы и ложа хвостохранилища катками	тыс. м^2	60,0
5	Укладка геосинтетического противофильтрационного экрана	тыс. м^2	60,0

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ
6	Укладка грунтового защитного слоя на противофильтрационный экран	тыс. $м^3$	42,6

На выполнение основных строительных работ будет задействована следующая техника: тяжелые бульдозера (строительство дамбы), тяжелый дорожный виброкаток (уплотнение грунта), гидравлический экскаватор (погрузка защитного слоя), карьерные автосамосвалы (доставка грунта защитного слоя, доставка вскрышных пород карьера).

6.6 Водоотведение с площадки хвостового хозяйства

Отвод воды от площадки хвостохранилища хвостов цианирования осуществляется по кювету с внешней стороны существующей автодороги, проходящей вдоль нагорной границы хвостохранилища.

6.7 Промбезопасность ГТС

В соответствии Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 7 апреля 2011 г. № 168 “Об утверждении требований к ведению государственного реестра опасных производственных объектов в части присвоения наименований опасным производственным объектам для целей регистрации в государственном реестре опасных производственных объектов” хвостохранилище относится к опасным производственным объектам.

При строительстве и эксплуатации проектируемого объекта необходимо обеспечить выполнение требований промышленной безопасности, содержащихся в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации, и в нормативных технических документах, принятых в установленном порядке, а также государственных нормативных требований охраны труда, содержащихся в нормативных правовых актах Ростехнадзора — Общие правила промышленной безопасности для организаций, осуществляющих деятельность в области промышленной безопасности опасных производственных объектов, приказ №599 от 11.12.2013 «ФЕДЕРАЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА В ОБЛАСТИ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ "ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ ГОРНЫХ РАБОТ И ПЕРЕРАБОТКЕ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ».

Общие требования по безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений

Мероприятия по безопасной эксплуатации сооружений на ГТС разработаны в соответствии с требованиями «Правил безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов» ПБ 03-438-02, утверждённых постановлением Госгортехнадзора от 28.01.02 г № 6.

На хвостохранилище должно быть обеспечено освещение и насосной станции оборотного водоснабжения зоны слива хвостов из пульповода в чашу – 2-3 люкса;

По пульпопроводу:

Вдоль всей трассы пульпопровода проектом предусмотрена автодорога.

Для предотвращения разрыва пульповодов по причине износа труб необходимо периодически производить замеры толщины их стенок (2 раза в год).

При эксплуатации пульповодов необходимо:

- своевременно производить ремонт полотна трассы и рихтовку пульповодов в местах деформации основания, а также дорог и подъездов к пульповодам;
- немедленно принимать меры по предотвращению протечек пульпы из пульповода;
- проводить профилактический осмотр трубопроводной арматуры и выполнять требования завода-изготовителя по эксплуатации трубопроводной арматуры.

Запрещается производить работы (сварку, сверление и т.д.), связанные с ремонтом пульповодов и арматуры, находящихся под давлением. В случае разрыва пульповода по непредвиденным причинам (механическое повреждение и т.д.) дежурный регулировщик намыва, снабжённый радиосвязью, должен немедленно сообщить об аварии на диспетчерский пункт фабрики.

По всей длине пульповода необходимо нанести чёткий пикетаж.

В помещении насосных станций должна быть вывешена общая схема насосного, энергетического и другого оборудования станции, трубопроводов и их переключений с указанием стационарных номеров всех агрегатов и запорно-регулирующей арматуры.

На стенах должны быть вывешены схемы строповки основного оборудования и грузов, технологические карты выполняемых в условиях насосной станции ремонтов, правила техники безопасности. В помещении станций должен иметься набор

необходимых запасных частей оборудования, инструментов, средств индивидуальной защиты от поражения электрическим током, материалов и такелажных приспособлений, перечень и количество которых должны быть приведены в местной инструкции.

В насосных станциях на рабочих местах должны находиться:

- технологическая инструкция машиниста;
- выписка из плана ликвидации аварий по пульпонасосам порядок действий персонала при аварии на технологически связанных объектах;
- инструкции по эксплуатации установленного механического, гидромеханического, электрического, подъёмно-транспортного оборудования;
- журналы учёта и контроля оборудования.

Пуск и остановку насосных агрегатов следует производить в соответствии с указаниями проекта и местной инструкции по эксплуатации системы гидротранспорта.

Во время работы агрегатов запрещается снимать защитные устройства, осуществлять ремонт и тормозить вручную движущиеся части.

Запрещается оставлять насосы, работающие не в автоматическом режиме, без надзора обслуживающего персонала, имеющего допуск к их обслуживанию.

Обо всех отклонениях от заданного режима работы, неполадках и авариях на насосной станции старший по смене должен ставить в известность начальника участка или диспетчера фабрики.

Все движущиеся части машин и оборудования должны быть ограждены. Работа механизмов при снятом и неисправном ограждении и производство каких-либо операций на работающих механизмах запрещаются.

При ремонте оборудования пульповых насосов электрические схемы приводов должны быть разобраны и на пусковых устройствах вывешены плакаты "Не включать, работают люди".

В процессе эксплуатации пульповодов наземной прокладки должны вестись наблюдения за:

- осадками и деформациями пульповодов и состоянием опорных устройств;
- герметичностью стыков, швов, фланцевых соединений;
- состоянием и работой трубопроводов, трубопроводной арматуры, клапанов срыва вакуума и др.

7 Мониторинг безопасности

7.1 Критерии безопасности ГТС

Критерии безопасности ГТС и мониторинг безопасности ГТС представлены в томе 12.2, Раздел 12. Иная документация в случаях, предусмотренных федеральными законами. Подраздел. Декларация безопасности гидротехнических сооружений.

7.2 Контрольно-измерительное оборудование площадки хвостохранилища

На площадке хвостохранилища проектной документацией предусматривается установка следующего контрольно-измерительного оборудования.

На прудке-отстойнике хвостохранилища устанавливается водомерная рейка, которая располагается в районе расположения плавучей насосной станции оборотного водоснабжения.

В нижнем бьефе дамбы хвостохранилища располагаются наблюдательные скважины для контроля состава грунтовых вод. Скважины, в количестве 5 штук располагаются параллельно оси дамбы на расстоянии 100 м друг от друга.

На гребне дамбы хвостохранилища закладывается поверхностные марки для контроля его высотных отметок.

8 Инженерные решения по обеспечению защиты сооружений от опасных природных и техногенных процессов

Сейсмическое воздействие

Исходная оценка сейсмической опасности составляет 6, 7 и 7 баллов, по картам ОСР-2016 А, В и С соответственно. Грунты по сейсмическим свойствам относятся преимущественно ко II категории.

Степень активности природного процесса «Землетрясения» оценивается как опасная (СП 115.13330.2016 табл. 5.1).

Ограждающая дамба хвостохранилища запроектирована с учетом сейсмического воздействия, что подтверждено выполненными расчетами устойчивости откосов дамбы.

Морозное пучение

По степени пучинистости грунты, слагающие площадку хвостохранилища и применяемые для строительства дамбы слабопучинистые и не могут привести к разрушению дабы обвалования хвостохранилища, принятой конструкции.

9 Промышленная безопасность

При эксплуатации площадки хвостового хозяйства необходимо обеспечить выполнение требований промышленной безопасности, содержащихся в федеральных законах и иных нормативных правовых актах Российской Федерации, и в нормативных технических документах, принятых в установленном порядке, а также государственных нормативных требований охраны труда, содержащихся в нормативных правовых актах Ростехнадзора:

- Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» ФЗ-116 (редакция от 02.07.2013 г.);
- Правила безопасности гидротехнических сооружений накопителей жидких промышленных отходов ПБ 03-438-02;
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 декабря 2013 г. № 599;
- Правила охраны недр ПБ 07-601-03;
- Правила охраны недр при переработке минерального сырья ПБ 07-600-03;
- Положение о геологическом и маркшейдерском обеспечении промышленной безопасности и охраны недр РД 07-408-01;
- Федеральный закон "О безопасности гидротехнических сооружений" № 117-ФЗ от 21.07.97 г. с изменениями на 28.12.2013 г;
- Положение о декларировании безопасности гидротехнических сооружений", утвержденное постановлением Правительства РФ от 06.11.98 г. № 1303;
- Постановление правительства РФ № 876 от 18.12.01 г., "Об утверждении Правил определения величины обеспечения гражданской ответственности за вред, причиненный в результате аварии гидротехнического сооружения";
- "Методические рекомендации к расчету развития гидродинамических аварий на накопителях жидких промышленных отходов" РД 03-607-03.

В том числе:

1) Обеспечить подготовку и аттестацию работников в области промышленной безопасности (Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 6 ноября 2019 г. № 424 "Об утверждении Временного порядка предоставления Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору государственной услуги по организации проведения аттестации в области промышленной безопасности, по вопросам безопасности гидротехнических сооружений, безопасности в сфере электроэнергетики").

2) Иметь нормативные правовые акты и нормативные технические документы, устанавливающие требования промышленной безопасности и охраны недр.

3) Организовывать и осуществлять производственный контроль в соответствии с Правилами организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте.

4) Проводить идентификацию опасных производственных объектов (в соответствии с Требованиями к ведению государственного реестра опасных производственных объектов в части присвоения наименований опасным производственным объектам для целей регистрации в государственном реестре опасных производственных объектов, утвержденных Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 7 апреля 2011 г. N 168).

5) Допускать к работе на опасном производственном объекте лиц, удовлетворяющих соответствующим квалификационным требованиям (Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 16 декабря 2013 г. № 605 Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при взрывных работах»), аттестованных в области промышленной безопасности, не имеющих медицинских противопоказаний к указанной работе.

6) Обеспечить наличие и функционирование приборов и систем контроля производственных процессов в соответствии с установленными требованиями.

7) Заключать договор страхования риска ответственности за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц и окружающей природной среде при эксплуатации опасного производственного объекта.

8) Организовать систему охраны, исключающую доступ посторонних лиц на объекты жизнеобеспечения, в служебные здания и сооружения.

9) Планировать и осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий, принимать меры по защите жизни и здоровья работников в случае аварии, иметь резервы финансовых средств и материальных ресурсов для локализации и ликвидации последствий аварий.

10) Заключать договоры на обслуживание со специализированными профессиональными аварийно-спасательными формированиями.

11) Обучать работников действиям в случае аварии или инцидента.

12) Создавать и поддерживать в надлежащем порядке системы наблюдения, оповещения, связи и поддержки в случае аварии.

Приложение А. Результаты биотестирования. Расчет класса опасности отхода

ООО аналэкт
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «АНАЛЭКТ» (ООО «АНАЛЭКТ»)
Испытательная лаборатория
Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001. 518705, выдан 24 июля 2015 г.
ООО «АНАЛЭКТ»: 191124, г. Санкт-Петербург, Суворовский пр., д. 65, лит. Б
Испытательная лаборатория: 190020, г. Санкт-Петербург, ул. Бумажная, д. 17, лит. А,
тел.: (812) 274-28-69, e-mail: lab@analect.ru

Утверждаю
Руководитель лаборатории
_____О.В. Опарина
27 марта 2019 г.

Протокол биотестирования № 03/27-137.19

1. Заказчик: ООО «ВостСибЭко-Проект», 664528, Иркутская обл., Иркутский р-н, рп. Маркова, мкр. Березовый, д. 32 для Публичного акционерного общества «Высочайший», 666902, РФ, Иркутская область, г. Бодайбо, ул. Березовая, 17.

2. Характеристика и обозначение проб, место отбора: отходы (хвосты) сорбционного выщелачивания руд и концентратов золотосодержащих обезвреженные. Проба отобрана по адресу: ГОК «Высочайший», Хвостохранилище хвостов сорбции, Иркутская область, Бодайбинский район, в 150 км севернее г. Бодайбо и в 30 км от ближайшего населенного пункта – п. Кропоткин.
Проба отобрана представителем заказчика. Акт отбора № 202-11 от 18.03.2019.
Акт приёма-передачи проб в ИЛ ООО «АНАЛЭКТ» № 256 от 20.03.2019.

3. Дата получения пробы: 20.03.2019

4. Методики выполнения измерений:
- ФР.1.39.2007.03222 «Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний»;
- ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04, Т 16.1:2:2.3:3.7-04 (2014) Токсикологические методы контроля. Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (Chlorella vulgaris Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления.

5. Результаты анализа:

Тест объекты	Продолжительность наблюдения, час	Кратность разбавления	Результаты исследований	Критерий токсичности
Проба 1 (лабораторный номер пробы 1190320/53)				
Daphnia magna	96	$БКР_{(10-96)} = 1$	Гибель, %	не более 10%
			7	
Chlorella vulgaris beijer	22	—	Изменение скорости роста, %	Ингибирование не более 20%; стимуляция не более 30%
			9	

Погрешности измерений не превышают значений, установленных НД на методы исследований

В соответствии с приказом МПР России № 536 от 04.12.2014 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I - V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду» исследуемую пробу по кратности разведения водной вытяжки можно отнести к V классу опасности.

Ответственный исполнитель: Прошакова О.Ш.

Результаты исследований распространяются на представленные пробы.
Копирование и перепечатка протокола без разрешения испытательной лаборатории запрещены.
Без голограммы недействительно.

Лист 1, всего листов 1, распечатано 3 экземпляра.

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «АНАЛЭКТ» (ООО «АНАЛЭКТ»)
Испытательная лаборатория
Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001. 518705, выдан 24 июля 2015 г.
ООО «АНАЛЭКТ»: 191124, г. Санкт-Петербург, Суворовский пр., д. 65, лит. Б
Испытательная лаборатория: 190020, г. Санкт-Петербург, ул. Бумажная, д. 17, лит. А,
тел.: (812) 274-28-69, e-mail: lab@analect.ru

Утверждаю
Руководитель лаборатории
О.В. Опарина
27 марта 2019 г.

Протокол анализа № 03/27-136.19

1. Заказчик: ООО «ВостСибЭко-Проект», 664528, Иркутская обл., Иркутский р-н, рп. Маркова, мкр. Березовый, д. 32 для Публичного акционерного общества «Высочайший», 666902, РФ, Иркутская область, г. Бодайбо, ул. Березовая, 17.

2. Характеристика и обозначение проб, место отбора: отходы (хвосты) сорбционного выщелачивания руд и концентратов золотосодержащих обезвреженные. Проба отобрана по адресу: ГОК «Высочайший», Хвостохранилище хвостов сорбции, Иркутская область, Бодайбинский район, в 150 км севернее г. Бодайбо и в 30 км от ближайшего населенного пункта – п. Кропоткин.
Проба отобрана представителем заказчика. Акт отбора № 202-11 от 18.03.2019.
Акт приёма-передачи проб в ИЛ ООО «АНАЛЭКТ» № 256 от 20.03.2019.

3. Дата получения пробы: 20.03.2019.

4. Средства измерений применяемые при исследовании проб:

Наименование оборудования	Заводской №	№ свидетельства о поверке	Срок действия свидетельства, до
Весы ВЛТЭ – 2200	С-18-050	0027945	06.03.2020
Весы лабораторные CE 224-C	32725045	0027932	06.03.2020
Фотометр КФК-3	0101923	0196193	13.11.2020
ААС «КВАНТ-2АТ»	867	0081141	09.05.2019

5. Результат анализа:
Проба 1 (лабораторный номер пробы 1190320/53).

№ п/п	Показатель	Результаты КХА		НД на методы исследований
		г/кг	%	
1	Массовая доля влаги	33,32	3,332	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.58-08
2	Никель	0,015	0,0015	М-МВИ-80-2008
3	Медь	0,22	0,022	М-МВИ-80-2008
4	Марганец	0,735	0,0735	М-МВИ-80-2008
5	Свинец	0,021	0,0021	М-МВИ-80-2008
6	Сурьма	0,02	0,002	М-МВИ-80-2008
7	Цинк	0,049	0,0049	М-МВИ-80-2008
8	Калий	4,4	0,44	М-МВИ-80-2008
9	Кальций	4,8	0,48	М-МВИ-80-2008
10	Цианиды	0,02	0,002	ПНД Ф 16.1:2:2.2:2:3.70-10
11	Природные минеральные вещества, в т. ч. кремния диоксид	956,4	95,64	ПНД Ф 16.3.55-08
	ИТОГО		100	

Погрешности результатов анализа не превышают пределов, допустимых по НД на методы исследования

Ответственный за оформление протокола: Шевчук Л. Н.

Результаты исследований распространяются на представленные пробы.
Копирование и перепечатка протокола без разрешения испытательной лаборатории запрещены.
Без голограммы недействительно.
Лист 1, всего листов 1, распечатано 3 экземпляра.

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ВостСибЭко-Проект»
ИРКУТСК

Россия, 664528,
Иркутская обл.,
Иркутский р-н, рп.
Маркова, мкр.
Березовый, д. 32, 14
тел. (3952) 999-453
vost_sibeco@mail.ru

ПРОТОКОЛ РАСЧЕТА КЛАССА ОПАСНОСТИ ОТХОДА № 258

от 15 апреля 2019 г. на 5-ти листах, в 2-х экземплярах

Расчёт класса опасности отхода.

Расчет проведен программой 'Расчет класса опасности отходов' (Версия 4.1) (с) ИНТЕГРАЛ 2001-2017
в соответствии с "Критериями отнесения опасных отходов к I - V классу опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду", утвержденными приказом МПР России 04 декабря 2014 г. N 536.

Организация: ООО "ВостСибЭко-Проект"_ Регистрационный номер: 09-21-0314

Код отхода: 2 22 411 25 20 5
Название отхода: Отходы (хвосты) сорбционного выщелачивания руд и концентратов золотосодержащих обезвреженные (ГОК «Высочайший» Хвостохранилище хвостов сорбции)

Состав отхода:

N	Название компонента	Ci [мг/кг]	Wi [мг/кг]	Ki
1.	Сурьма	20.000	100.00000	0.20000
2.	Природные минеральные вещества, в т. ч. кремния диоксид	956400.000	1000000.00000	0.95640
3.	Массовая доля влаги	33320.000	1000000.00000	0.03332
4.	Калий	4400.000	1000000.00000	0.00440
5.	Цианиды	20.000	398.10700	0.05024
6.	Цинк	49.000	843.19100	0.05811
7.	Кальций	4800.000	1000.00000	4.80000
8.	Марганец	735.000	4641.58900	0.15835
9.	Медь	220.000	2154.43500	0.10211
10.	Никель	15.000	215.44300	0.06962
11.	Свинец	21.000	215.44300	0.09747
	ИТОГО:	1000000.000		6.53003

Состав отхода определен полностью. Компонентный состав соответствует протоколу анализа от 27.03.2019 г. № 03/27-136.19 Испытательной лаборатории ООО «АНАЛЭКТ».

Примечание:

1. Ci - концентрация i-го компонента в отходе.
2. Wi - коэффициент степени опасности i-го компонента опасного отхода для ОПС.
3. Ki = Ci/Wi - показатель степени опасности i-го компонента опасного отхода для ОПС.
4. Информация о свойствах компонентов отходов относится к исходным данным пользователя. Ответственность за их полноту и актуальность несет пользователь программы.

ΣKi = 6.530.
ΣKi <= 10.
Класс опасности отхода: 5.

Расчёт коэффициентов степени опасности для окружающей природной среды (Wi).

1. Сурьма (W = 100.00000).

1

Уровни экологической опасности для различных природных сред:
1. ПДКп (ОДК) [мг/кг]: 1-10 (2 балла) *([5])*
2. Класс опасности в почве: 2 (2 балла) *([5])*
3. ПДКв (ОДУ, ОБУВ) [мг/л]: <0.01 (1 балл) *([9])*
4. Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования: 2 (2 балла) *([9])*
5. ПДКс.с. (ПДКм.р., ОБУВ) [мг/м^3]: 0.01-0.1 (2 балла) *([11])*
6. Lg (S[мг/л]/ПДКв [мг/л]): >5 (1 балл) *([8])*
7. LC_{50} [мг/м^3]: 500-5000 (2 балла) *([7])*
8. Показатель информационного обеспечения: 2 балла

Относительный параметр опасности компонента для ОПС (X).
X = (Сумма баллов)/8 = 1.750
Lg(W) = Z = 2.000 , где Z=4*X/3-1/3=2.000
Коэффициент степени опасности для окружающей природной среды (W).
W = 10**Lg(W) = 100.000

Литература:
5. Контроль химических и биологических параметров ОС. П./ред. Л.К. Исаева, СПб, 1998 год; ГН 2.1.7.020-94. ОДК тяжелых металлов и мышьяка в почвах (дополнение № 1 к перечню ПДК и ОДК № 6229-91)
7. Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник, Л., Химия, 1985,; Вредные вещества в промышленности. под ред. Лазарева В.С., т. 1-3, Л., Химия, 1977
8. Новый справочник химика и технолога. Основные свойства неорганических, органических и элементорганических соединений. СПб, АНО НПО "Мир и семья", 2002 г.; Справочник химика, Л., Химия, 1971 год
9. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химический веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования; МИНЗДРАВ РФ 2003г.
11. ГН 2.1.6.1339-03 Ориентировочные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест с учетом дополнения №1 ГН 2.1.6.1765-03 и дополнения №2 ГН 2.1.6.1984-05

2. Природные минеральные вещества, в т. ч. кремния диоксид (W = 1000000.00000).
Информация о расчете W отсутствует.

3. Массовая доля влаги (W = 1000000.00000).
Информация о расчете W отсутствует.

4. Калий (W = 1000000.00000).
Информация о расчете W отсутствует.

5. Цианиды (W = 398.10700).
Уровни экологической опасности для различных природных сред:
1. ПДКв (ОДУ, ОБУВ) [мг/л]: 0.01-0.1 (2 балла) *([86])*
2. Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования: 2 (2 балла) *([86])*
3. ПДКр.х. (ОБУВ) [мг/л]: 0.011-0.1 (3 балла) *([90])*
4. Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования: 3 (3 балла) *([90])*
5. Показатель информационного обеспечения: 1 балл

Относительный параметр опасности компонента для ОПС (X).
X = (Сумма баллов)/5 = 2.200
Lg(W) = Z = 2.600 , где Z=4*X/3-1/3=2.600
Коэффициент степени опасности для окружающей природной среды (W).
W = 10**Lg(W) = 398.107

Литература:
86. ГН 2.1.5.2280-07 ПДК химических веществ в воде водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования
90. Приказ от 18.01.10г. №20. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов р/х назначения, в т.ч. нормативов ПДК вредных веществ в водах водных объектов р/х назначения.

6. Цинк (W = 843.19100).
Уровни экологической опасности для различных природных сред:

1. ПДКп (ОДК) [мг/кг]: 10.1-100 (3 балла) *([5])*
2. Класс опасности в почве: 1 (1 балл) *([5])*
3. ПДКв (ОДУ, ОБУВ) [мг/л]: 0.11-1 (3 балла) *([3])*
4. Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования: 3 (3 балла) *([3])*
5. ПДКр.х. (ОБУВ) [мг/л]: 0.001-0.01 (2 балла) *([90])*
6. Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования: 3 (3 балла) *([90])*
7. ПДКпп (МДУ, МДС) [мг/кг]: 1.1-10 (3 балла) *([6])*
8. Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке): Накопление в нескольких звеньях (2 балла) *([78])*
9. Показатель информационного обеспечения: 2 балла

Относительный параметр опасности компонента для ОПС (X).
X = (Сумма баллов)/9 = 2.444
Lg(W) = Z = 2.926 , где Z=4*X/3-1/3=2.926
Коэффициент степени опасности для окружающей природной среды (W).
W = 10**Lg(W) = 843.191

Литература:
3. ГН 2.1.5.1315-03 предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования; МИНЗДРАВ РФ 2003г.
5. Контроль химических и биологических параметров ОС. П./ред. Л.К. Исаева, СПб, 1998 год; ГН 2.1.7.020-94. ОДК тяжелых металлов и мышьяка в почвах (дополнение № 1 к перечню ПДК и ОДК № 6229-91)
6. Экология и безопасность. Справочник. п/ред. Н.Г. Рыбальского, Москва, ВНИИПИ, 1993 год
78. Поведение ртути и других тяжелых металлов в экосистемах. В 3 частях / Науч. ред. чл.-кор. Васильев О.Ф. -Новосибирск, 1989
90. Приказ от 18.01.10г. №20. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов р/х назначения, в т.ч. нормативов ПДК вредных веществ в водах водных объектов р/х назначения.

7. Кальций (W = 1000.00000).

Уровни экологической опасности для различных природных сред:
1. ПДКр.х. (ОБУВ) [мг/л]: >0.1 (4 балла) *([90])*
2. Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования: 4 (4 балла) *([90])*
3. Lg (S[мг/л]/ПДКв [мг/л]): >5 (1 балл) *([8])*
4. Показатель информационного обеспечения: 1 балл

Относительный параметр опасности компонента для ОПС (X).
X = (Сумма баллов)/4 = 2.500
Lg(W) = Z = 3.000 , где Z=4*X/3-1/3=3.000
Коэффициент степени опасности для окружающей природной среды (W).
W = 10**Lg(W) = 1000.000

Литература:
8. Новый справочник химика и технолога. Основные свойства неорганических, органических и элементорганических соединений. СПб, АНО НПО "Мир и семья", 2002 г.; Справочник химика, Л., Химия, 1971 год
90. Приказ от 18.01.10г. №20. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов р/х назначения, в т.ч. нормативов ПДК вредных веществ в водах водных объектов р/х назначения.

8. Марганец (W = 4641.58900).

Уровни экологической опасности для различных природных сред:
1. ПДКп (ОДК) [мг/кг]: >100 (4 балла) *([5])*
2. Класс опасности в почве: 3 (3 балла) *([5])*
3. ПДКв (ОДУ, ОБУВ) [мг/л]: 0.01-0.1 (2 балла) *([9])*
4. Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования: 3 (3 балла) *([9])*
5. LD_{50} [мг/кг]: >5000 (4 балла) *([47] pg. 21)*
6. Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке): Накопление в одном из звеньев (3 балла) *([80])*
7. Показатель информационного обеспечения: 2 балла

Относительный параметр опасности компонента для ОПС (X).
X = (Сумма баллов)/7 = 3.000
Lg(W) = Z = 3.667 , где Z=4*X/3-1/3=3.667

Коэффициент степени опасности для окружающей природной среды (W).
W = 10**Lg(W) = 4641.589

Литература:
5. Контроль химических и биологических параметров ОС. П./ред. Л.К. Исаева, СПб, 1998 год; ГН 2.1.7.020-94. ОДК тяжелых металлов и мышьяка в почвах (дополнение № 1 к перечню ПДК и ОДК № 6229-91)
9. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химический веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования; МИНЗДРАВ РФ 2003г.
47. "Sbornik Vysledku Toxixologickeho Vysetreni Latek A Pripravku," Marhold, J.V., Institut Pro Vychovu Vedoucicn Pracovniku Chemickeho Prumyclu Praha, Czechoslovakia, 1972Vol. , 1972 (http://www.nlm.nih.gov)
80. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов V-VII групп. Справочник/ Бандман А.Л., Волкова Н.В. и др., под ред. Филова В.А. и др., л.: Химия, 1989

9. Медь (W = 2154.43500).

Уровни экологической опасности для различных природных сред:
1. **ПДКп (ОДК) [мг/кг]:** 1-10 **(2 балла)** *([5])*
2. **Класс опасности в почве:** 2 **(2 балла)** *([5])*
3. **ПДКв (ОДУ, ОБУВ) [мг/л]:** 0.11-1 **(3 балла)** *([86])*
4. **Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования:** 3 **(3 балла)** *([86])*
5. **ПДКр.х. (ОБУВ) [мг/л]:** 0.001-0.01 **(2 балла)** *([90])*
6. **Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования:** 3 **(3 балла)** *([90])*
7. **ПДКпп (МДУ, МДС) [мг/кг]:** 0.01-1 **(2 балла)** *([6])*
8. **Lg (S[мг/л]/ПДКв [мг/л]):** <1 **(4 балла)** *([8])*
9. **Lg (Снас[мг/м^3]/ПДКр.з.):** <1 **(4 балла)** *([8])*
10. **LD_{50} [мг/кг]:** 15-150 **(2 балла)** *([56])*
11. **Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке):** Накопление в нескольких звеньях **(2 балла)** *([78])*
12. **Показатель информационного обеспечения: 4 балла**

Относительный параметр опасности компонента для ОПС (X).
X = (Сумма баллов)/12 = 2.750
Lg(W) = Z = 3.333 , где Z=4*X/3-1/3=3.333
Коэффициент степени опасности для окружающей природной среды (W).
W = 10**Lg(W) = 2154.435

Литература:
5. Контроль химических и биологических параметров ОС. П./ред. Л.К. Исаева, СПб, 1998 год; ГН 2.1.7.020-94. ОДК тяжелых металлов и мышьяка в почвах (дополнение № 1 к перечню ПДК и ОДК № 6229-91)
6. Экология и безопасность. Справочник. п/ред. Н.Г. Рыбальского, Москва, ВНИИПИ, 1993 год
8. Новый справочник химика и технолога. Основные свойства неорганических, органических и элементорганических соединений. СПб, АНО НПО "Мир и семья", 2002 г.; Справочник химика, Л., Химия, 1971 год
56. "Patty's Industrial Hygiene and Toxicology," 3rd rev. ed., Clayton, G.D., and F.E. Clayton, eds., New York, John Wiley & Sons, Inc., 1978-82. Vol. 3 originally pub. in 1979; pub. as 2n rev. ed. in 1985.Vol. 2A, Pg. 1623, 1981 (http://www.nlm.nih.gov)
78. Поведение ртути и других тяжелых металлов в экосистемах. В 3 частях / Науч. ред. чл.-кор. Васильев О.Ф. -Новосибирск, 1989
86. ГН 2.1.5.2280-07 ПДК химических веществ в воде водных объектах хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования
90. Приказ от 18.01.10г. №20. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов р/х назначения, в т.ч. нормативов ПДК вредных веществ в водах водных объектов р/х назначения.

10. Никель (W = 215.44300).

Уровни экологической опасности для различных природных сред:
1. **ПДКп (ОДК) [мг/кг]:** 1-10 **(2 балла)** *([5])*
2. **Класс опасности в почве:** 2 **(2 балла)** *([5])*
3. **ПДКв (ОДУ, ОБУВ) [мг/л]:** 0.01-0.1 **(2 балла)** *([9])*
4. **Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования:** 2 **(2 балла)** *([9])*
5. **ПДКр.х. (ОБУВ) [мг/л]:** 0.001-0.01 **(2 балла)** *([90])*
6. **Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования:** 3 **(3 балла)** *([90])*
7. **ПДКс.с. (ПДКм.р., ОБУВ) [мг/м^3]:** <0.01 **(1 балл)** *([10])*
8. **Класс опасности в атмосферном воздухе:** 2 **(2 балла)** *([10])*
9. **Показатель информационного обеспечения: 2 балла**

4

Относительный параметр опасности компонента для ОПС (X).

X = (Сумма баллов)/9 = 2.000

Lg(W) = Z = 2.333 , где Z=4*X/3-1/3=2.333

Коэффициент степени опасности для окружающей природной среды (W).

W = 10**Lg(W) = 215.443

Литература:

5. Контроль химических и биологических параметров ОС. П./ред. Л.К. Исаева, СПб, 1998 год; ГН 2.1.7.020-94. ОДК тяжелых металлов и мышьяка в почвах (дополнение № 1 к перечню ПДК и ОДК № 6229-91)
9. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химический веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования; МИНЗДРАВ РФ 2003г.
10. ГН 2.1.6.1338-03 Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест с учетом дополнения №1 ГН 2.1.6.1765-03 и дополнения №2 ГН 2.1.6.1983-05
90. Приказ от 18.01.10г. №20. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов р/х назначения, в т.ч. нормативов ПДК вредных веществ в водах водных объектов р/х назначения.

11. Свинец (W = 215.44300).

Уровни экологической опасности для различных природных сред:

1. **ПДКп (ОДК) [мг/кг]:** 10.1-100 **(3 балла)** *([17])*
2. **Класс опасности в почве:** 1 **(1 балл)** *([5])*
3. **ПДКв (ОДУ, ОБУВ) [мг/л]:** 0.01-0.1 **(2 балла)** *([9])*
4. **Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования:** 2 **(2 балла)** *([9])*
5. **ПДКр.х. (ОБУВ) [мг/л]:** 0.001-0.01 **(2 балла)** *([90])*
6. **Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования:** 2 **(2 балла)** *([90])*
7. **ПДКпп (МДУ, МДС) [мг/кг]:** 0.01-1 **(2 балла)** *([6])*
8. **LD_{50} [мг/кг]:** 151-5000 **(3 балла)** *([7])*
9. **LC_{50} [мг/м^3]:** <500 **(1 балл)** *([7])*
10. **Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке):** Выраженное накопление во всех звеньях **(1 балл)** *([77])*
11. **Показатель информационного обеспечения:** 3 балла

Относительный параметр опасности компонента для ОПС (X).

X = (Сумма баллов)/11 = 2.000

Lg(W) = Z = 2.333 , где Z=4*X/3-1/3=2.333

Коэффициент степени опасности для окружающей природной среды (W).

W = 10**Lg(W) = 215.443

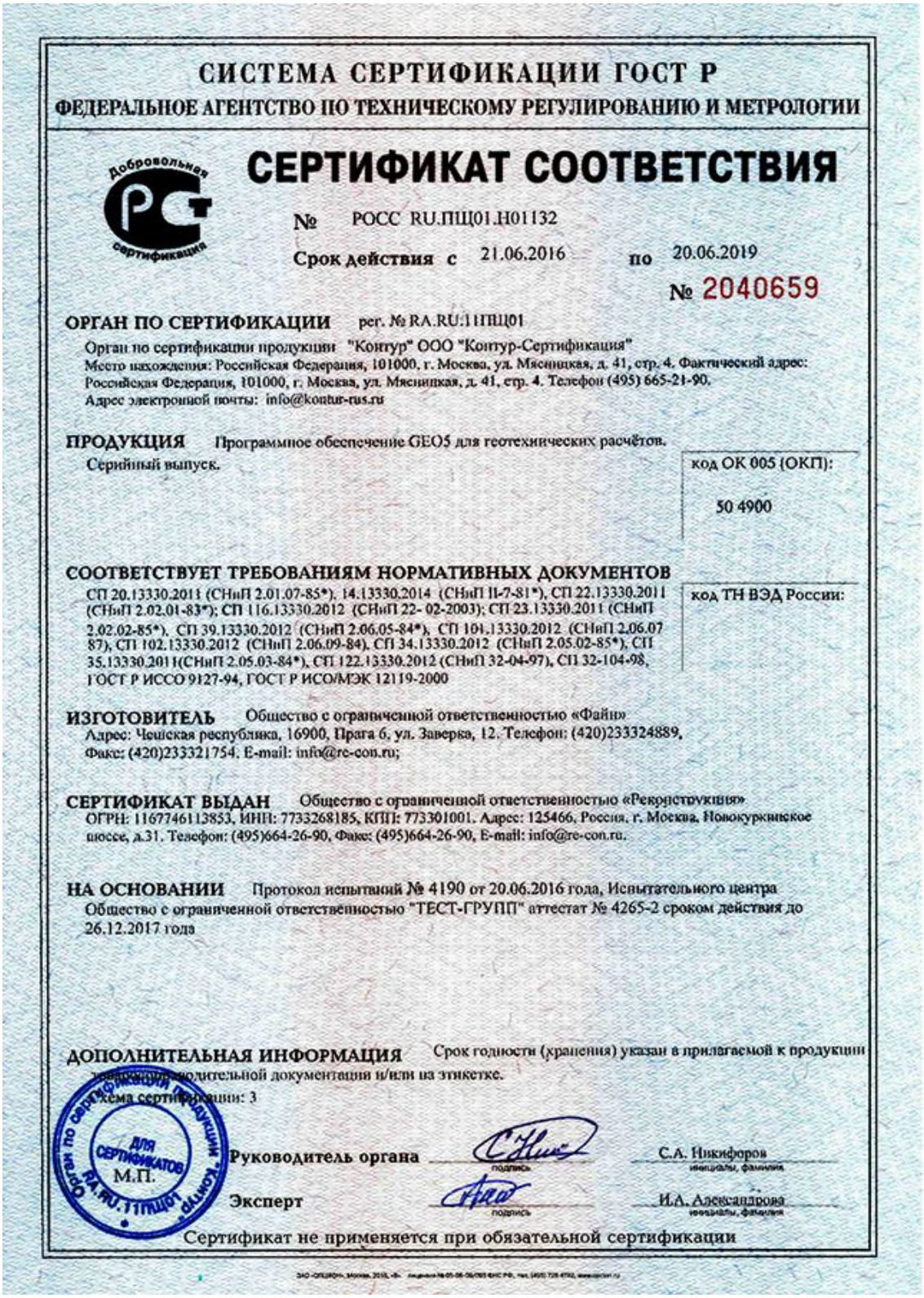
Литература:

5. Контроль химических и биологических параметров ОС. П./ред. Л.К. Исаева, СПб, 1998 год; ГН 2.1.7.020-94. ОДК тяжелых металлов и мышьяка в почвах (дополнение № 1 к перечню ПДК и ОДК № 6229-91)
6. Экология и безопасность. Справочник. п/ред. Н.Г. Рыбальского, Москва, ВНИИПИ, 1993 год
7. Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Справочник, Л., Химия, 1985,; Вредные вещества в промышленности. под ред. Лазарева В.С., т. 1-3, Л., Химия, 1977
9. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химический веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования; МИНЗДРАВ РФ 2003г.
17. ГН 2.1.7.2511-09 Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве
77. Экологическая токсикология. Н.В.Иваненко. Учебное пособие. Владивосток. Изд. ВГУЭС, 2006
90. Приказ от 18.01.10г. №20. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов р/х назначения, в т.ч. нормативов ПДК вредных веществ в водах водных объектов р/х назначения.

Ген. директор
ООО «ВостСибЭко-Проект» Е.Ю. Сирина

Общество с ограниченной ответственностью «ВостСибЭко-Проект» ИНН 3801122763 ОГРН 1133801000233 Иркутская область Российская Федерация

Приложение Б. Сертификат соответствия программы GEO-5



СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Добровольная сертификация

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС RU.ПЩ01.Н01132

Срок действия с 21.06.2016 по 20.06.2019

№ 2040659

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ рег. № RA.RU.11ПЩ01

Орган по сертификации продукции "Контур" ООО "Контур-Сертификация"
Место нахождения: Российская Федерация, 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 41, стр. 4. Фактический адрес: Российская Федерация, 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 41, стр. 4. Телефон (495) 665-21-90.
Адрес электронной почты: info@kontur-rus.ru

ПРОДУКЦИЯ Программное обеспечение GEO5 для геотехнических расчётов.
Серийный выпуск.

код ОК 005 (ОКП):
50 4900

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

СП 20.13330.2011 (СНиП 2.01.07-85*), 14.13330.2014 (СНиП II-7-81*), СП 22.13330.2011 (СНиП 2.02.01-83*); СП 116.13330.2012 (СНиП 22- 02-2003); СП 23.13330.2011 (СНиП 2.02.02-85*), СП 39.13330.2012 (СНиП 2.06.05-84*), СП 101.13330.2012 (СНиП 2.06.07 87), СП 102.13330.2012 (СНиП 2.06.09-84), СП 34.13330.2012 (СНиП 2.05.02-85*), СП 35.13330.2011(СНиП 2.05.03-84*), СП 122.13330.2012 (СНиП 32-04-97), СП 32-104-98, ГОСТ Р ИССО 9127-94, ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000

код ТН ВЭД России:

ИЗГОТОВИТЕЛЬ Общество с ограниченной ответственностью «Файн»
Адрес: Чешская республика, 16900, Прага 6, ул. Заверка, 12. Телефон: (420)233324889, Факс: (420)233321754. E-mail: info@re-con.ru;

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН Общество с ограниченной ответственностью «Рекрнструкция»
ОГРН: 1167746113853, ИНН: 7733268185, КПП: 773301001. Адрес: 125466, Россия, г. Москва, Новокуркинское шоссе, д.31. Телефон: (495)664-26-90, Факс: (495)664-26-90, E-mail: info@re-con.ru.

НА ОСНОВАНИИ Протокол испытаний № 4190 от 20.06.2016 года, Испытательного центра Общество с ограниченной ответственностью "ТЕСТ-ГРУПП" аттестат № 4265-2 сроком действия до 26.12.2017 года

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ Срок годности (хранения) указан в прилагаемой к продукции эксплуатационной документации и/или на этикетке.
Схема сертификации: 3

Орган по сертификации продукции "Контур" RA.RU.11ПЩ01 ДЛЯ СЕРТИФИКАТОВ М.П.

Руководитель органа _____ С.А. Никифоров
подпись, инициалы, фамилия

Эксперт _____ И.А. Александрова
подпись, инициалы, фамилия

Сертификат не применяется при обязательной сертификации

fine civil engineering software

СЕРТИФИКАТ

ОАО «Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов (ОАО «Иргиредмет»)

664025, г. Иркутск, б-р Гагарина, 38

Данный сертификат подтверждает право бессрочного пользования комплектом программ Fine GEO 5
Лицензионный ключ: **178C-8B20**

fine Fine, spol. s r.o.
Závěrka 12
169 00 Praha 6
Czech Republic
IČO: 45244952, DIČ: CZ45244952

г.Прага, Чешская Республика, 01.06.2015г.

ИРГИРЕДМЕТ IRGIREDMET © АО Иргиредмет

Приложение В. Расчет устойчивости откосов дамбы

1 Основные положения расчёта

Дамба хвостохранилища относится к временным гидротехническим сооружениям. В процессе строительства и эксплуатации её класс не будет меняться. В соответствии с указаниями п. 1 /*Постановление правительства Российской Федерации № 1607 от 05 октября 2020 г. «Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений*/ класс дамбы на строительстве и эксплуатации принимается III.

В соответствии с п. 4 /*П-783-88 (Гидропроект) Рекомендации по проектированию плотин из грунтовых материалов. Раздел: Расчёт устойчивости откосов грунтовых плотин*/ критерием устойчивости откосов является соблюдение (для наиболее опасной призмы обрушения) неравенства:

$$\gamma_{fc}\, F(\gamma_f) \le R \quad \frac{\gamma_c}{\gamma_n} \quad \left(\frac{1}{\gamma_g}\right)$$

где: F — расчётное значение обобщённого силового воздействия, определяемое с учётом коэффициента надёжности по нагрузке γ_f (в зависимости от метода расчёта устойчивости откосов F равнодействующая активных сил или моментов этих сил относительно оси поверхности сдвига);

R - обобщённое расчётное значение сил предельного сопротивления сдвигу по рассматриваемой поверхности с учётом коэффициента безопасности по грунту γ_g;

γ_{fc} - коэффициент сочетания нагрузок, определяемый по табл. 10 /*СП 39.13330.2012 «СНиП 2.06.05-84* «Плотины из грунтовых материалов»*/;

γ_n - коэффициент надёжности по ответственности сооружения, принимаемый равным 1,15 для сооружений III класса;

γ_f - коэффициент надёжности по нагрузке; по таблице Д.1 Приложения Д / *СП 58.13330.2012 «СНиП 33-01-2003 «Гидротехнические сооружения. Основные положения»/*;

γ_c - коэффициент условий работы, принимается в соответствии с п.9.11 / *СП 39.13330.2012 «СНиП 2.06.05-84* «Плотины из грунтовых материалов»/* в зависимости от используемого способа расчёта (для инженерного метода расчёта γ_c=0,95);

γ_g - коэффициент надёжности по грунту, определяемый в соответствии с п.5.16 /*СП 23.13330.2011 «СНиП 2.02.02-85 «Основания гидротехнических сооружений»/*.

При поиске опасной поверхности сдвига может быть использована зависимость для коэффициента устойчивости K_S:

$$K_S = \frac{R}{F} \ge \frac{\gamma_n \times \gamma_{lc}}{\gamma_c}$$

Полученные расчётом значения коэффициента устойчивости при соответствующем соче-

тании нагрузок не должны превышать величины более чем на 10%, если это не обусловлено особенностями сооружения.

Таблица ПВ1 - Значения коэффициентов γ_{lc}, γ_n, γ_f, γ_c, и γ_g

Обозначение, обосно-	Наименование коэффициентов, обоснование	Сочетание нагрузок н воздействий	
		основное	особое
γ_{lc}	коэффициент сочетания нагрузок и воздействий, по табл. 10 [СНиП 2.06.05-84*]	1,00	0,9
γ_n	коэффициент надёжности по ответственности сооружения IV класса, по табл. 9 [СНиП 2.06.05-84*]	1,10	1,10
γ_f	коэффициент надёжности по нагрузке, по таблице Д.1 Приложения Д. [СНиП 33-01-2003] • давление воды непосредственно на поверхность откоса н основание, силовое воздействие фильтрующей воды, волновое давление, поровое давление	1,0	1,0
	• собственный вес сооружения (без веса грунта)	1,05	1,05
	• вес грунта (вертикальное давление от веса грунта)	1,1	1,1
	• боковое давление грунта	1,2	1,2
	• сейсмическое воздействие		
γ_c	коэффициент условий работы при использовании инженерного метода расчёта, в соответствии с п. 9.11 [СНиП 2.06.05-84]	Удовлетворяющие условиям равновесия	
		0,95	0,95
γ_g	коэффициент безопасности по грунту, определяемый по [СНиП 2.02.02-85]	1,05	1,05
Ку доп	допускаемые коэффициенты устойчивости для плотин III класса [1,15]	[1,21]	[1,15]

Рассчитанные коэффициенты для различных периодов и сочетаний нагрузок и воздействий на откос грунтовой плотины в зависимости от класса опасности сооружения сведены в таблицу ПВ2.

Таблица ПВ2 - Численные значения коэффициента устойчивости

Сочетание нагрузок и воздействий	Допускаемый коэффициент устойчивости для $K_{у_{доп.}}$ а плотин			
	I	II	III	IV
Основное	1,32	1,26	1,21	1,16
Особое	1,18	1,14	1,09	1,04
Строительного периода	1,25	1,20	1,15	1,10

В соответствие с характеристиками дамбы, свойствами грунтов и требованиями нормативов для обеспечения безопасной эксплуатации рассматриваемых гидротехнических сооружений, выполнен проверочный расчёт устойчивости откосов карьеров и дамбы хвостохранилища. Он выполнен для

наиболее худших условий эксплуатации, когда дамба полностью талая, с учётом растепления грунтов основания дамбы. Расчёт выполнен на ЭВМ (Программа “GEO5 - Расчёт устойчивости откосов”, версия программы: 2017.79, авторы © Fine spol. s r.o., Praha, 2007-2017 г., http://www.finesoftware.ru. Сертификат соответствия представлен в приложении Б).

Геометрическая модель включает разделение основания на слои, структурные объекты и сейсмические нагрузки. Расчётная геомеханическая модель основана набором характеристик из отчёта об инженерно-геологических изысканиях.

Грунт моделируется как многокомпонентный материал, состоящий из разных слоёв грунта в теле дамбы, а также слоёв грунта, находящихся в основании.

При расчёте учитывались следующие данные:

вес грунта;

вес воды в накопителе;

землетрясение (бальность, фактор гориз. ускорения, коэффициент значимости, комплексный фактор влияния, фактор вертик. ускорения).

При основных сочетаниях нагрузок, учитывались:

собственный вес сооружений;

давление воды на поверхности сооружений со стороны верхнего бьефа (на стадии эксплуатации);

вес грунта и его боковое давление.

коэффициент сочетания нагрузок и воздействия – 1.

При особых сочетаниях нагрузок, учитывались:

вес грунта;

вес воды в накопителе (соответствующее максимальному заполнению ёмкости);

сейсмические воздействия (Т-500 и Т-5000 для соответствующих расчётов);

коэффициент сочетания нагрузок и воздействия – 0,95.

Расчёты проводились по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения методами:

Метод Бишопа (основной метод).

Для каждого метода применялся тип расчёта с процессом оптимизации. Цель данного процесса – выявление расположения поверхности скольжения с наименьшим коэффициентом устойчивости уклона. В процессе оптимизации расчёта программа автоматически производит подбор параметров. Это даёт множество вариантов расчёта. Вариант, при котором находится поверхность скольжения с наименьшим коэффициентом устойчивости уклона, принимается в качестве критического.

Основные положения расчёта приведены в таблице ПВ3.

Таблица ПВ3 - Основные положения расчёта

Наименование коэффициентов, обоснование	**Основание**	**Сочетание нагрузок и воздействий**	
		основное	особое
Высота дамбы, м	Проектная документация	18,7	18,7
Класс сооружения	Постановление Правительства РФ от 02.11.2013 г. № 986	III	III

коэффициент сочетания нагрузок и воздействий	СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения.	1,00	0,95
коэффициент надёжности по ответственности сооружения III класса	СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Постановление Правительства РФ № 1607 от 05 октября 2020 г.	1,21	1,15
сейсмическое воздействие (Т-500)	Материалы инженерных изысканий	6	6
сейсмическое воздействие (Т-5000)	Материалы инженерных изысканий	7	7
допускаемые коэффициенты устойчивости для плотин III класса	СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения.	[1,21]	[1,15]

Расчёт устойчивости откоса Т-5000

Исходные данные

Проект

Дата:	28.04.2021

Настройка

(задано для текущей задачи)

Материалы и стандарты

СНиП - ввести коэффициенты расчёта согласно стандартам СНиП

Коэффициенты СНиП			
Комбинационный коэффициент:	γ_k =	1.00	[–]
Коэфф. условий воздействия:	γ_c =	0.90	[–]
Коэффициент значимости объекта:	γ_n =	1.10	[–]

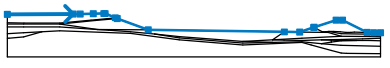
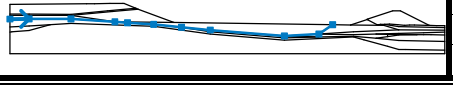
Расчёты на устойчивость

Расчёт землетрясения:	NB 35047 - 2015
Методика проверки:	коэффициенты запаса

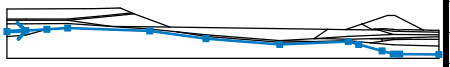
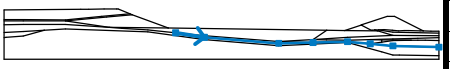
Коэффициенты запаса			
Постоянная проект.ситуация			
Коэффициент запаса:	SF_s =	1.21	[–]

Коэффициенты запаса			
Временная проект.ситуация			
Коэффициент запаса:	SF_s =	1.15	[–]

Граница контура

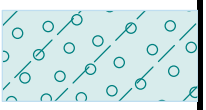
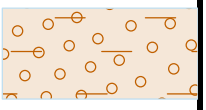
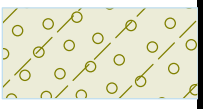
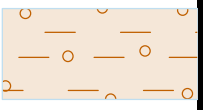
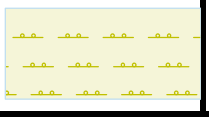
№	Распол.гран.контура	Коорд.точек гр.контура [м]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	64.99	101.9	65.66	112.6	65.73
		132.8	66.03	149.1	66.36	151.5	66.36
		167.1	59.91	170.1	58.69	217.8	41.34
		428.5	38.21	452.2	37.94	474.1	45.12
		474.4	45.24	508.3	56.39	518.3	56.39
		556.5	37.29	566.6	36.97	577.3	36.96
2		0.00	52.06	25.70	52.00	81.27	51.87
		129.4	56.38	167.1	59.91		
3		0.00	50.30	25.40	50.40	81.27	50.37
		136.0	55.50	170.1	58.69		
4		81.27	50.37	139.3	41.97		
5		0.00	45.62	25.40	45.70	81.20	45.87
		139.3	41.97	156.2	40.84	190.7	38.52
		227.7	34.91	265.9	31.19	364.5	23.38

ИРГИРЕДМЕТ IRGIREDMET ©, АО Иргиредмет

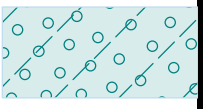
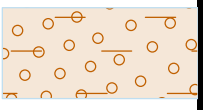
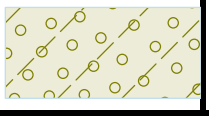
		410.2	26.05	428.5	38.21		
6		474.1	45.12	474.2	45.03	487.4	38.34
		489.2	38.35	491.8	38.47	497.0	38.72
		504.1	39.07	515.1	38.40	523.9	37.51
		530.8	37.62	536.8	37.72	552.2	37.43
		556.5	37.29				
7		139.3	41.97	217.8	41.34		
8		0.00	35.26	25.40	36.70	53.32	38.29
		81.27	39.87	190.7	36.12	265.9	25.89
		364.5	17.98	455.9	21.92	470.0	18.10
		501.3	9.64	516.3	5.58	524.7	5.50
		577.3	4.87				
9		497.0	38.72	516.3	35.58	577.3	34.46
10		491.8	38.47	496.3	37.20		
11		0.00	28.34	2.63	28.69	25.40	30.70
		53.32	38.29				
12		452.2	37.94	496.3	37.20	516.3	31.58
		577.3	30.84				
13		227.7	34.91	265.9	28.99	364.5	20.98
		410.1	22.05	455.8	23.11	486.1	20.35
		516.1	17.58	577.3	15.97		
14		410.2	26.05	455.9	28.72	516.3	31.58
15		410.2	26.05	427.8	25.69	455.9	25.12
		486.0	25.84	516.3	26.58	549.4	27.62
		577.3	28.50				
16		486.0	25.84	501.2	25.55	516.3	25.28
		540.5	25.09	549.3	25.02	559.0	24.95
		577.3	24.81				
17		501.2	25.55	501.2	22.46		
18		486.1	20.35	501.2	22.46	516.3	24.58
		540.5	25.09				
19		364.5	23.38	410.1	22.05		

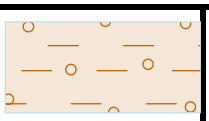
Параметры грунтов - эффект.напряжённое состояние

№	Имя	Рисунок	φ_{ef}	c_{ef}	γ

			[°]	[кПа]	[кН/м³]
1	ИГЭ-mt4cc		10.00	10.00	18.14
2	ИГЭ-mt4вн		10.00	10.00	17.65
3	ИГЭ-mt1тк		29.00	2.00	21.67
4	ИГЭ-5т		31.00	25.00	21.08
5	ИГЭ-t1т		31.00	23.00	20.69
6	ИГЭ-5тп		39.00	4.00	22.36
7	ИГЭ-t1мп		30.00	5.00	21.18
8	Филлиты		30.00	15.50	21.18

Параметры грунтов - подъёмная сила

№	Имя	Рисунок	γ_{sat}	γ_s	n
			[кН/м³]	[кН/м³]	[–]
1	ИГЭ-mt4cc			26.18	0.41
2	ИГЭ-mt4вн			26.18	0.51
3	ИГЭ-mt1тк			26.48	0.27
4	ИГЭ-5т			26.48	0.25
5	ИГЭ-t1т			26.48	0.25
6	ИГЭ-5тп			26.48	0.24

7	ИГЭ-t1мп			26.48	0.28
8	Филлиты			26.67	0.38

Параметры грунтов

ИГЭ-mt4cc					
Удельный вес:	γ	=	18.14	кН/м^3	
Напряжённое состояние:	эффективное				
Угол внутреннего трения:	φ_{ef}	=	10.00	°	
Удельное сцепление грунта:	c_{ef}	=	10.00	кПа	
Удельный вес скелета грунта:	γ_s	=	26.18	кН/м^3	
Пористость <0.0 - 1.0>:	n	=	0.41		

ИГЭ-mt4вн					
Удельный вес:	γ	=	17.65	кН/м^3	
Напряжённое состояние:	эффективное				
Угол внутреннего трения:	φ_{ef}	=	10.00	°	
Удельное сцепление грунта:	c_{ef}	=	10.00	кПа	
Удельный вес скелета грунта:	γ_s	=	26.18	кН/м^3	
Пористость <0.0 - 1.0>:	n	=	0.51		

ИГЭ-mt1тк					
Удельный вес:	γ	=	21.67	кН/м^3	
Напряжённое состояние:	эффективное				
Угол внутреннего трения:	φ_{ef}	=	29.00	°	
Удельное сцепление грунта:	c_{ef}	=	2.00	кПа	

ИРГИРЕДМЕТ IRGIREDMET ©, АО Иргиредмет

Удельный вес скелета грунта:	γ_s	=	26.48	кН/м^3	
Пористость <0.0 - 1.0>:	n	=	0.27		

ИГЭ-5т					
Удельный вес:	γ	=	21.08	кН/м^3	
Напряжённое состояние:	эффективное				
Угол внутреннего трения:	φ_{ef}	=	31.00	°	
Удельное сцепление грунта:	c_{ef}	=	25.00	кПа	
Удельный вес скелета грунта:	γ_s	=	26.48	кН/м^3	
Пористость <0.0 - 1.0>:	n	=	0.25		

ИГЭ-t1т					
Удельный вес:	γ	=	20.69	кН/м^3	
Напряжённое состояние:	эффективное				
Угол внутреннего трения:	φ_{ef}	=	31.00	°	
Удельное сцепление грунта:	c_{ef}	=	23.00	кПа	
Удельный вес скелета грунта:	γ_s	=	26.48	кН/м^3	
Пористость <0.0 - 1.0>:	n	=	0.25		

ИГЭ-5тп					
Удельный вес:	γ	=	22.36	кН/м^3	
Напряжённое состояние:	эффективное				
Угол внутреннего трения:	φ_{ef}	=	39.00	°	
Удельное сцепление грунта:	c_{ef}	=	4.00	кПа	
Удельный вес скелета грунта:	γ_s	=	26.48	кН/м^3	

Пористость <0.0 - 1.0>:	n	=	0.24		

ИГЭ-t1мп					
Удельный вес:	γ	=	21.18	кН/м^3	
Напряжённое состояние:	эффективное				
Угол внутреннего трения:	φ_{ef}	=	30.00	°	
Удельное сцепление грунта:	c_{ef}	=	5.00	кПа	
Удельный вес скелета грунта:	γ_s	=	26.48	кН/м^3	
Пористость <0.0 - 1.0>:	n	=	0.28		

Филлиты					
Удельный вес:	γ	=	21.18	кН/м^3	
Напряжённое состояние:	эффективное				
Угол внутреннего трения:	φ_{ef}	=	30.00	°	
Удельное сцепление грунта:	c_{ef}	=	15.50	кПа	
Удельный вес скелета грунта:	γ_s	=	26.67	кН/м^3	
Пористость <0.0 - 1.0>:	n	=	0.38		

Твёрдые тела

№	Имя	Рисунок	γ [кН/м^3]
1	ИГЭ-7сп		23.63
2	ИГЭ-7мп		23.05
3	ИГЭ-7п		25.20

Привяз.и поверх-ти

№	Располож.поверх.	Коорд.точек поверхности [м]	Присвоенный

ИРГИРЕДМЕТ IRGIREDMET ©, АО Иргиредмет

		x	z	x	z	грунт
1		25.70	52.00	81.27	51.87	ИГЭ-t1т
		129.4	56.38	167.1	59.91	
		151.5	66.36	149.1	66.36	
		132.8	66.03	112.6	65.73	
		101.9	65.66	0.00	64.99	
		0.00	52.06			
2		25.40	50.40	81.27	50.37	ИГЭ-5т
		136.0	55.50	170.1	58.69	
		167.1	59.91	129.4	56.38	
		81.27	51.87	25.70	52.00	
		0.00	52.06	0.00	50.30	
3		25.40	45.70	81.20	45.87	ИГЭ-7мп
		139.3	41.97	81.27	50.37	
		25.40	50.40	0.00	50.30	
		0.00	45.62			
4		217.8	41.34	170.1	58.69	ИГЭ-t1т
		136.0	55.50	81.27	50.37	
		139.3	41.97			
5		474.2	45.03	487.4	38.34	Филлиты
		489.2	38.35	491.8	38.47	
		497.0	38.72	504.1	39.07	
		515.1	38.40	523.9	37.51	
		530.8	37.62	536.8	37.72	
		552.2	37.43	556.5	37.29	
		518.3	56.39	508.3	56.39	
		474.4	45.24	474.1	45.12	
6		496.3	37.20	491.8	38.47	ИГЭ-t1т
		489.2	38.35	487.4	38.34	
		474.2	45.03	474.1	45.12	
		452.2	37.94			
7		516.3	35.58	577.3	34.46	ИГЭ-t1т
		577.3	36.96	566.6	36.97	
		556.5	37.29	552.2	37.43	
		536.8	37.72	530.8	37.62	
		523.9	37.51	515.1	38.40	
		504.1	39.07	497.0	38.72	
8		516.3	31.58	577.3	30.84	ИГЭ-t1т
		577.3	34.46	516.3	35.58	
		497.0	38.72	491.8	38.47	
		496.3	37.20			
9		2.63	28.69	25.40	30.70	ИГЭ-7п
		53.32	38.29	25.40	36.70	
		0.00	35.26	0.00	28.34	

10		455.9	28.72	516.3	31.58	ИГЭ-t1т
		496.3	37.20	452.2	37.94	
		428.5	38.21	410.2	26.05	
11		427.8	25.69	455.9	25.12	ИГЭ-mt4вн
		486.0	25.84	516.3	26.58	
		549.4	27.62	577.3	28.50	
		577.3	30.84	516.3	31.58	
		455.9	28.72	410.2	26.05	
12		501.2	25.55	516.3	25.28	ИГЭ-t1мп
		540.5	25.09	549.3	25.02	
		559.0	24.95	577.3	24.81	
		577.3	28.50	549.4	27.62	
		516.3	26.58	486.0	25.84	
13		139.3	41.97	156.2	40.84	ИГЭ-mt4сс
		190.7	38.52	227.7	34.91	
		265.9	31.19	364.5	23.38	
		410.2	26.05	428.5	38.21	
		217.8	41.34			
14		516.3	24.58	540.5	25.09	ИГЭ-5тп
		516.3	25.28	501.2	25.55	
		501.2	22.46			
15		364.5	23.38	265.9	31.19	ИГЭ-5т
		227.7	34.91	265.9	28.99	
		364.5	20.98	410.1	22.05	
16		410.1	22.05	455.8	23.11	ИГЭ-mt1тк
		486.1	20.35	501.2	22.46	
		501.2	25.55	486.0	25.84	
		455.9	25.12	427.8	25.69	
		410.2	26.05	364.5	23.38	
17		516.3	24.58	501.2	22.46	ИГЭ-7мп
		486.1	20.35	516.1	17.58	
		577.3	15.97	577.3	24.81	
		559.0	24.95	549.3	25.02	
		540.5	25.09			
18		516.1	17.58	486.1	20.35	ИГЭ-7сп
		455.8	23.11	410.1	22.05	
		364.5	20.98	265.9	28.99	
		227.7	34.91	190.7	38.52	
		156.2	40.84	139.3	41.97	
		81.20	45.87	25.40	45.70	

		0.00	45.62	0.00	35.26	
		25.40	36.70	53.32	38.29	
		81.27	39.87	190.7	36.12	
		265.9	25.89	364.5	17.98	
		455.9	21.92	470.0	18.10	
		501.3	9.64	516.3	5.58	
		524.7	5.50	577.3	4.87	
		577.3	15.97			
19		25.40	30.70	2.63	28.69	ИГЭ-7п
		0.00	28.34	0.00	-0.13	
		577.3	-0.13	577.3	4.87	
		524.7	5.50	516.3	5.58	
		501.3	9.64	470.0	18.10	
		455.9	21.92	364.5	17.98	
		265.9	25.89	190.7	36.12	
		81.27	39.87	53.32	38.29	

Вода

Тип воды:	Воды нет

Трещина растяжения

Трещина растяжения не задана.		

Землетрясение

Интенсивность землетрясения:	степень 7 (0.1г)	
Фактор гориз.ускорения:	K_h =	0.1000
Коэффициент значимости:	C_i =	1.0
Комплексный фактор влияния:	C_z =	0.25
Распределение динамических воздействий:	трапец.	
Верхнее значение карты распределения:	a =	3.0
Нижнее значение карты распределения:	b =	1.0
Фактор вертик. ускорения:	K_v =	0.0667
Коэффициент столкновения:	C_0 =	0.50

Настройка расчёта этапа

Проектная ситуация:	временная

Результаты (Период строительства)

Расчёт 1 (Низовой откос)

Круглоцилиндрическая поверхность скольжения

Параметры поверх.скольжения							
Центр:	x =	543.21	[м]	Углы:	α_1 =	-74.81	[°]
	z =	65.73	[м]		α_2 =	41.24	[°]
Радиус:	R =	38.25	[м]				
Плоскость скольжения после оптимизации.							

Проверка устойчивости откоса (Bishop)

Суммирование актив-ных сил:	**F_a =**	**5144.80**	**кН/м**
Суммирование пассив-ных сил:	F_p =	7307.31	кН/м
Оползневый момент:	M_a =	196788.47	кНм/м
Удерживающий момент:	M_p =	279504.73	кНм/м

Коэфф.запаса = 1.42 > 1.15

Расчёт 2 (Верховой откос)

Круглоцилиндрическая поверхность скольжения

Параметры поверх.скольжения							
Центр:	x =	475.27	[м]	Углы:	α_1 =	-41.52	[°]
	z =	75.05	[м]		α_2 =	66.43	[°]
Радиус:	R =	49.42	[м]				
Плоскость скольжения после оптимизации.							

Проверка устойчивости откоса (Bishop)

Суммирование актив-ных сил:	**F_a =**	**5721.06**	**кН/м**
Суммирование пассив-ных сил:	F_p =	10127.69	кН/м
Оползневый момент:	M_a =	282734.75	кНм/м
Удерживающий момент:	M_p =	500510.57	кНм/м

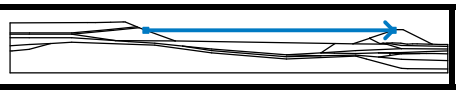
Коэфф.запаса = 1.77 > 1.15

Исход.данные (Период эксплуатации)

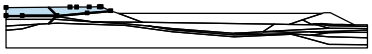
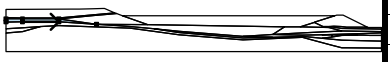
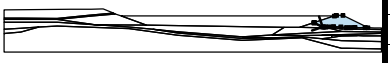
Гран.контура насыпи

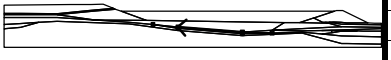
№	**Распол.гран.контура**	**Коорд.точек гр.контура [м]**					
		x	z	x	z	x	z
1		179.1	55.40	505.3	55.40		

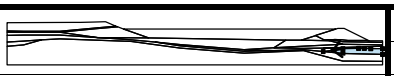
ИРГИРЕДМЕТ IRGIREDMET ©, АО Иргиредмет



Привяз.и поверх-ти

№	Располож.поверх.	Коорд.точек поверхности [м]				Присвоенный
		x	z	x	z	грунт
1		25.70	52.00	81.27	51.87	ИГЭ-t1т
		129.4	56.38	167.1	59.91	
		151.5	66.36	149.1	66.36	
		132.8	66.03	112.6	65.73	
		101.9	65.66	0.00	64.99	
		0.00	52.06			
2		25.40	50.40	81.27	50.37	ИГЭ-5т
		136.0	55.50	170.1	58.69	
		167.1	59.91	129.4	56.38	
		81.27	51.87	25.70	52.00	
		0.00	52.06	0.00	50.30	
3		25.40	45.70	81.20	45.87	ИГЭ-7мп
		139.3	41.97	81.27	50.37	
		25.40	50.40	0.00	50.30	
		0.00	45.62			
4		217.8	41.34	179.1	55.40	ИГЭ-t1т
		170.1	58.69	136.0	55.50	
		81.27	50.37	139.3	41.97	
5		179.1	55.40	217.8	41.34	ИГЭ-mt4вн
		428.5	38.21	452.2	37.94	
		474.1	45.12	474.4	45.24	
		505.3	55.40			
6		474.2	45.03	487.4	38.34	Филлиты
		489.2	38.35	491.8	38.47	
		497.0	38.72	504.1	39.07	
		515.1	38.40	523.9	37.51	
		530.8	37.62	536.8	37.72	
		552.2	37.43	556.5	37.29	
		518.3	56.39	508.3	56.39	
		505.3	55.40	474.4	45.24	
		474.1	45.12			
7		496.3	37.20	491.8	38.47	ИГЭ-t1т
		489.2	38.35	487.4	38.34	
		474.2	45.03	474.1	45.12	
		452.2	37.94			
8		516.3	35.58	577.3	34.46	ИГЭ-t1т
		577.3	36.96	566.6	36.97	
		556.5	37.29	552.2	37.43	
		536.8	37.72	530.8	37.62	

		523.9	37.51	515.1	38.40	
		504.1	39.07	497.0	38.72	
9		516.3	31.58	577.3	30.84	ИГЭ-t1т
		577.3	34.46	516.3	35.58	
		497.0	38.72	491.8	38.47	
		496.3	37.20			
10		2.63	28.69	25.40	30.70	ИГЭ-7п
		53.32	38.29	25.40	36.70	
		0.00	35.26	0.00	28.34	
11		455.9	28.72	516.3	31.58	ИГЭ-t1т
		496.3	37.20	452.2	37.94	
		428.5	38.21	410.2	26.05	
12		427.8	25.69	455.9	25.12	ИГЭ-mt4вн
		486.0	25.84	516.3	26.58	
		549.4	27.62	577.3	28.50	
		577.3	30.84	516.3	31.58	
		455.9	28.72	410.2	26.05	
13		501.2	25.55	516.3	25.28	ИГЭ-t1мп
		540.5	25.09	549.3	25.02	
		559.0	24.95	577.3	24.81	
		577.3	28.50	549.4	27.62	
		516.3	26.58	486.0	25.84	
14		139.3	41.97	156.2	40.84	ИГЭ-mt4сс
		190.7	38.52	227.7	34.91	
		265.9	31.19	364.5	23.38	
		410.2	26.05	428.5	38.21	
		217.8	41.34			
15		516.3	24.58	540.5	25.09	ИГЭ-5тп
		516.3	25.28	501.2	25.55	
		501.2	22.46			
16		364.5	23.38	265.9	31.19	ИГЭ-5т
		227.7	34.91	265.9	28.99	
		364.5	20.98	410.1	22.05	
17		410.1	22.05	455.8	23.11	ИГЭ-mt1тк
		486.1	20.35	501.2	22.46	
		501.2	25.55	486.0	25.84	
		455.9	25.12	427.8	25.69	
		410.2	26.05	364.5	23.38	
18		516.3	24.58	501.2	22.46	

		486.1	20.35	516.1	17.58	ИГЭ-7мп
		577.3	15.97	577.3	24.81	
		559.0	24.95	549.3	25.02	
		540.5	25.09			
19		516.1	17.58	486.1	20.35	ИГЭ-7сп
		455.8	23.11	410.1	22.05	
		364.5	20.98	265.9	28.99	
		227.7	34.91	190.7	38.52	
		156.2	40.84	139.3	41.97	
		81.20	45.87	25.40	45.70	
		0.00	45.62	0.00	35.26	
		25.40	36.70	53.32	38.29	
		81.27	39.87	190.7	36.12	
		265.9	25.89	364.5	17.98	
		455.9	21.92	470.0	18.10	
		501.3	9.64	516.3	5.58	
		524.7	5.50	577.3	4.87	
		577.3	15.97			
20		25.40	30.70	2.63	28.69	ИГЭ-7п
		0.00	28.34	0.00	-0.13	
		577.3	-0.13	577.3	4.87	
		524.7	5.50	516.3	5.58	
		501.3	9.64	470.0	18.10	
		455.9	21.92	364.5	17.98	
		265.9	25.89	190.7	36.12	
		81.27	39.87	53.32	38.29	

Вода

Тип воды:	Воды нет

Трещина растяжения

Трещина растяжения не задана.		

Землетрясение

Интенсивность землетрясения:	степень 7 (0.1г)	
Фактор гориз.ускорения:	K_h =	0.1000
Коэффициент значимости:	C_i =	1.0
Комплексный фактор влияния:	C_z =	0.25
Распределение динамических воздействий:	трапец.	
Верхнее значение карты распределения:	a =	3.0
Нижнее значение карты распределения:	b =	1.0

Фактор вертик. ускорения:	K_v =	0.0667	
Коэффициент столкновения:	C_0 =	0.50	

Настройка расчёта этапа

Проектная ситуация:	**постоянная**

Результаты (Период эксплуатации)

Расчёт 1 (Низовой откос)

Круглоцилиндрическая поверхность скольжения

Параметры поверх.скольжения							
Центр:	x =	543.95	[м]	Углы:	α_1 =	-74.06	[°]
	z =	66.47	[м]		α_2 =	40.86	[°]
Радиус:	R =	39.01	[м]				
Плоскость скольжения после оптимизации.							

Проверка устойчивости откоса (Bishop)

Суммирование активных сил:	**F_a =**	**5169.60**	**кН/м**
Суммирование пассивных сил:	F_p =	7348.12	кН/м
Оползневый момент:	M_a =	201666.22	кНм/м
Удерживающий момент:	M_p =	286650.22	кНм/м

Коэфф.запаса = 1.42 > 1.21

На рисунках 1 и 2 представлены рассчитанные по методу Бишопа кривые поверхности скольжения низовых откосов дамбы для характерных этапов строительства и эксплуатации.

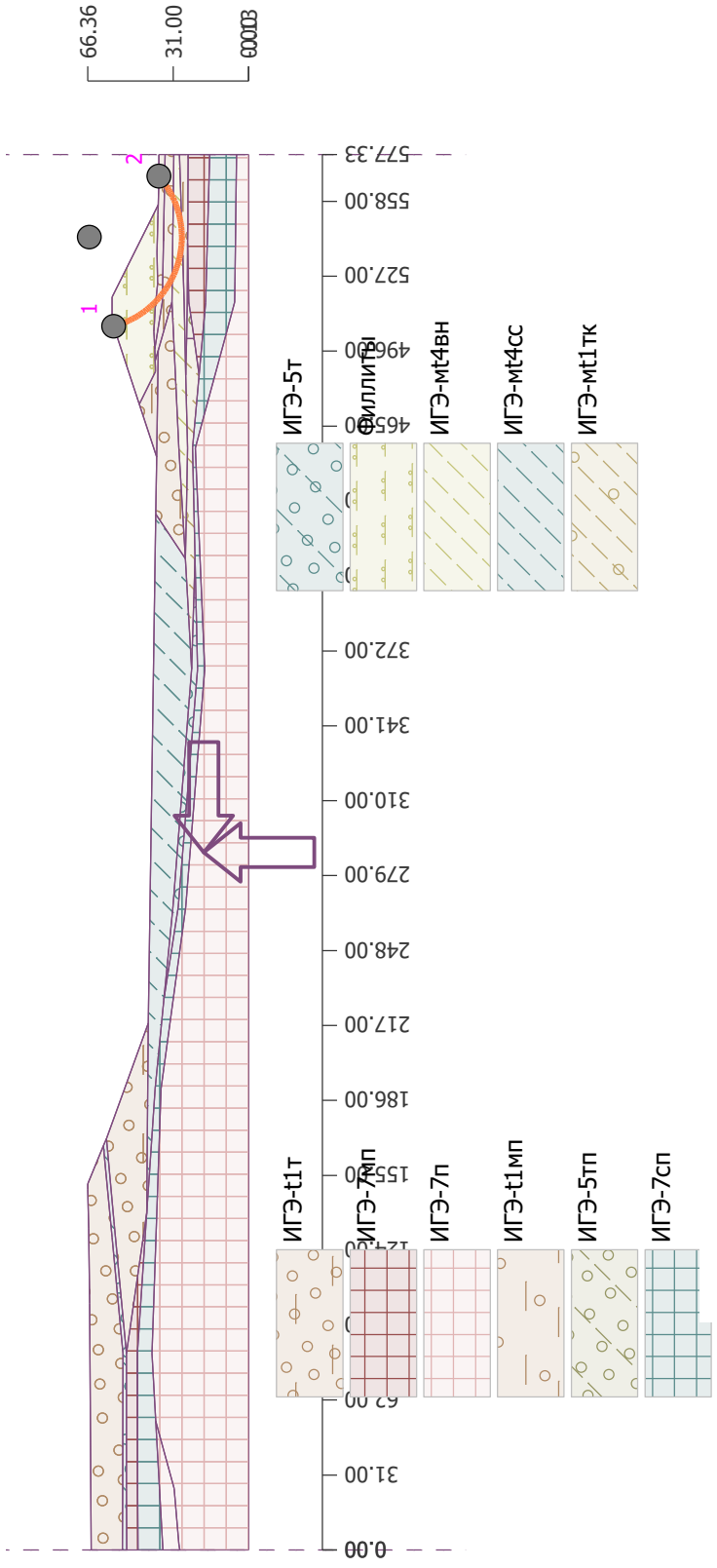


Рисунок 1. Кривая скольжения по методу Бишопа. Период строительства, низовой откос

Плоскость скольжения после оптимизации

Проверка устойчивости откоса (Bishop)

Суммирование активных сил: F_a = 5144.80 кН/м

Суммирование пассивных сил: F_p = 7307.31 кН/м

Оползневый момент: M 196788 кНм/

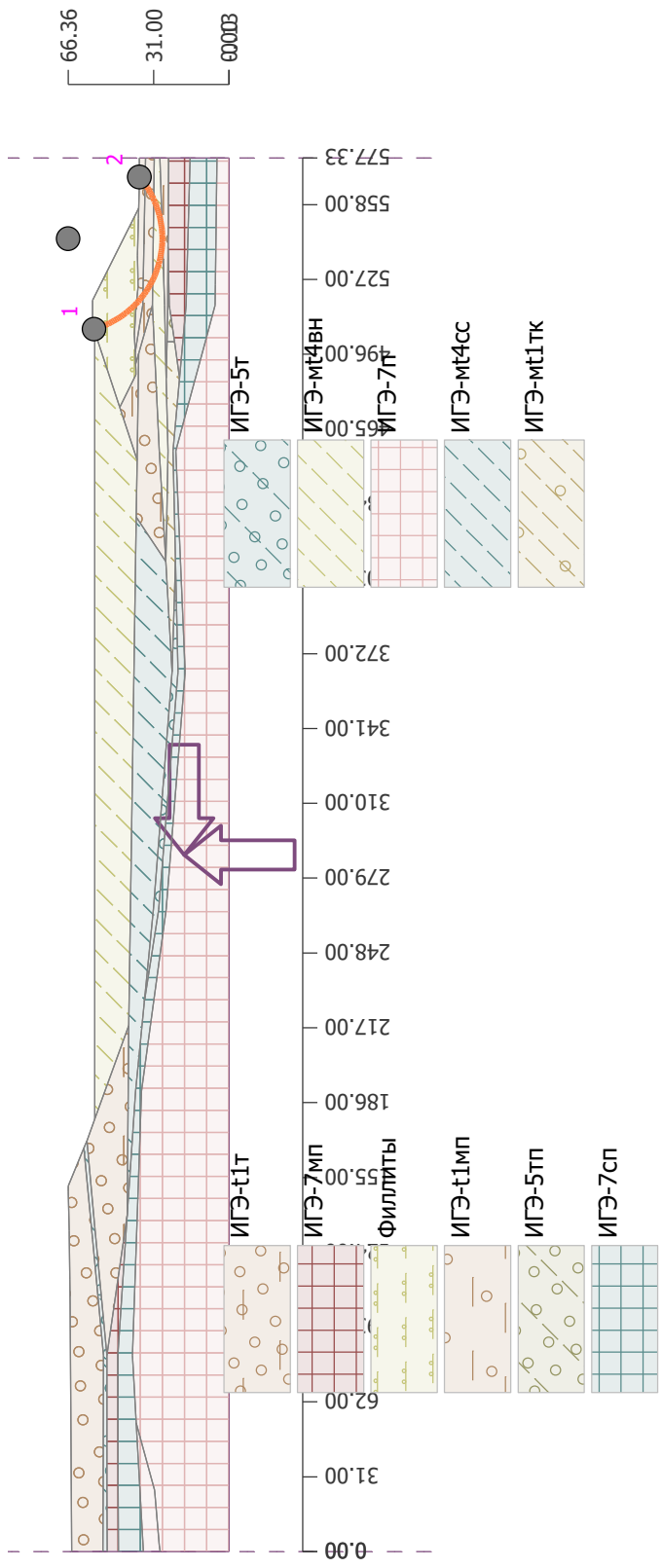


Рисунок 2. Кривая скольжения по методу Бишопа. Период эксплуатации, низовой откос

Плоскость скольжения после оптимизации

Проверка устойчивости откоса (Bishop)

Суммирование активных сил: F_a = 5169.60 кН/м

Суммирование пассивных сил: F_p = 7348.12 кН/м

Оползневый момент: M 201666 кНм/

Результаты расчётов представлены в таблице ПВ4.

Таблица ПВ4 - Результаты расчётов

Откосы	**Сочетания нагрузок и воздействий**		
	основное	строительный период	особое
Верховой откос	-	1,77>[1,15]	Ks = 1,77 > (γn , γlc) / γc = 1,15 × 1 / 0,95 = 1,21
Низовой откос период эксплуатации	1,42>[1,21]	1,42>[1,15]	Ks =1,42 > (γn , γlc) / γc = 1,15 × 1 / 0,95 = 1, 21

Выводы

Устойчивость откосов обеспечивается, поскольку полученное расчётное значение коэффициентов их устойчивости больше допустимого нормативного значения этих коэффициентов.

Приложение Г. Расчет крепления мокрого откоса и высоты надводного борта дамбы

Элементы волн на открытых и ограждённых акваториях

Расчёты по действию волн выполнены согласно [СП 38.13330.2018 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)»].

Элементы волн на открытых и ограждённых акваториях (расчёт выполнен по приложению А [СП 38.13330.2018 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)»])

Исходные данные для расчёта:

- максимальная длина разгона волн L = 175 м;
- глубина воды в мелководной части (у дамбы) d = 0,50 м;
- расчётный шторм V_w = 23 м/с;
- g - ускорение свободного падения, 9,81 м/с^2.

Средняя высота $\bar{h}$ и **средний период волн** $\bar{T}$, в мелководной зоне определены по графику рисунка 1. По безразмерным параметрам gL/V_w^2 = 3,25 и gd/V_w^2 = 0,0093 принимаются значения $g\bar{h}/V_w^2$ = 0,0021 и $g\bar{T}/V_w$ = 0,41. Из этих соотношений рассчитывается средняя высота $\bar{h}$ = 0,11 м, и средний период волн $\bar{T}$ = 0,96 с.

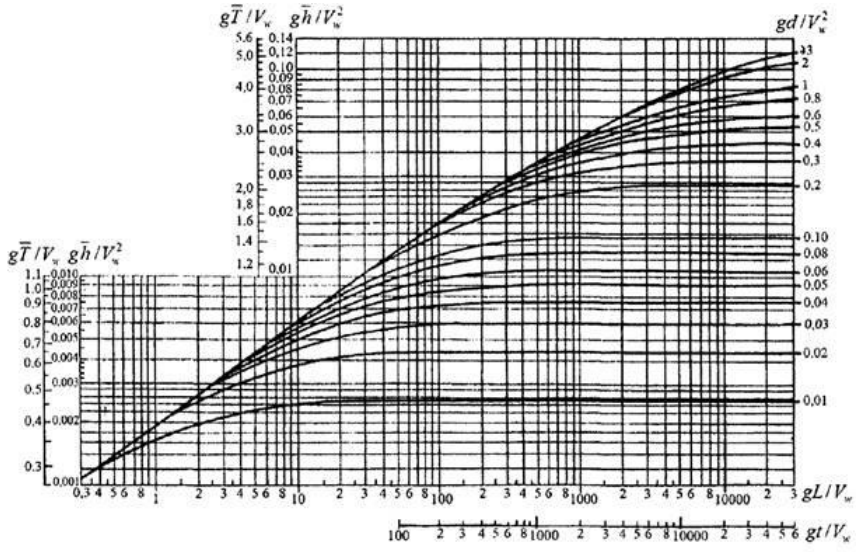


Рисунок 1 - Графики для определения элементов ветровых волн в глубоководной и мелководной зонах

Высота волн 1%-й обеспеченности $h_{1\%}$ = 0,11 м* 2,08 = 0,24 м, определена умножением средней высоты волн $\overline{h}$ на коэффициент k_i = 2.08 – коэффициент обеспеченности волн в системе, принимаемый по графикам рисунка 2. По безразмерным параметрам gL/V_w^2 = 3,25 и gd/V_w^2 = 0,0093 определяются значения коэффициента k_i, из которых принимается наименьший.

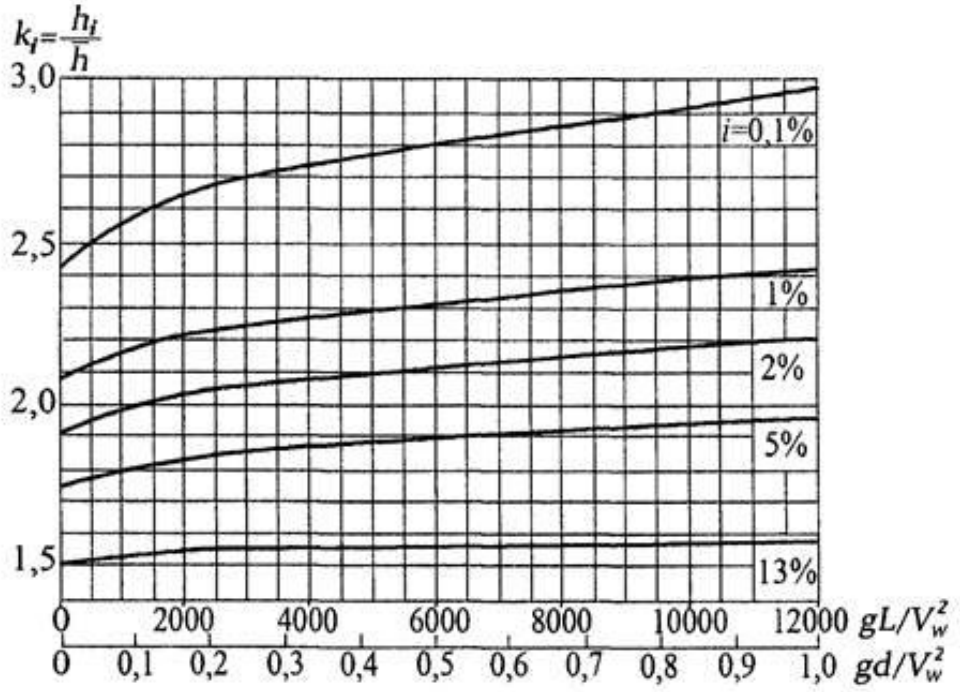


Рисунок 2 - Графики значений коэффициента k_i

Средняя длина волн $\overline{\lambda}_d$ = 0,96 м рассчитана по формуле:

$\overline{\lambda}_d = \frac{g\overline{T}^2}{2\pi}$	**9,81 м/с² * (0,96 с)²**	**= 1,44 м**
	2*3,14	

где g - ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с ^{2}.

Превышение вершины волны над расчётным уровнем η_c = 0,24 м * 0,612 = 0,14 м, определено по безразмерному параметру η_c / h_i = 0,612 (по рисунку 3), который определяется по значению $h_i / g\overline{T}^2$ = 0,24 м / 9,81 м/с^2 * 2,08^2 с = 0,026 ($h_i = h_{1\%}$ = 0,24 м) при $d/\overline{\lambda}_d$ = 1 м / 2,08 м = 0,48.

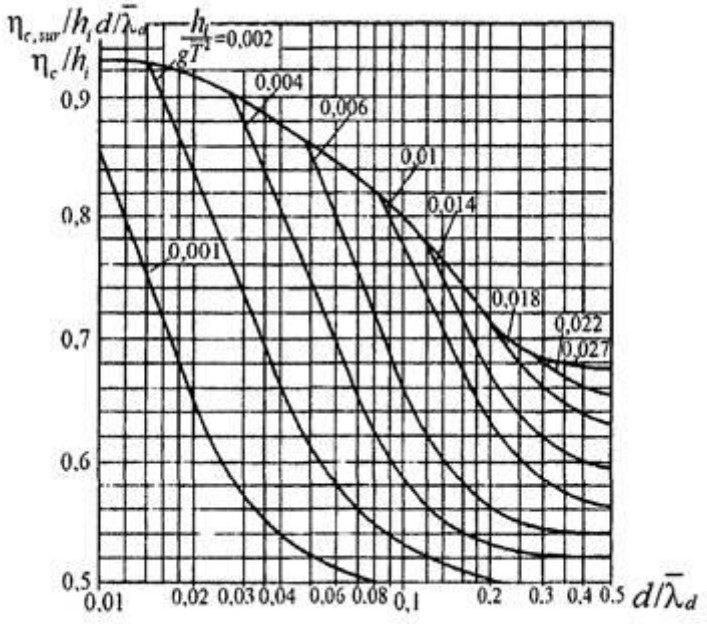


Рисунок 3 - Графики для определения значений η_c / h_i в мелководной и $\eta_{c,sur} / h_i$ в прибойной зонах

Определение высоты ветрового нагона (расчёт выполнен по приложению Б [СП 38.13330.2018 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)»]).

Высота ветрового нагона Δh_{set} = 0,27 м рассчитана по формуле:

$$\Delta h_{set} = d\left(\sqrt{2k_w \frac{V_w^2 L}{gd^2}\cos\alpha_w + 1} - 1\right)$$

где α_w - угол между продольной осью водоёма и направлением ветра, угол равен 41° (в летнее время принят преобладающий южный ветер);

k_w=2,37*10^{-6} - коэффициент, рассчитанный по формуле:

$k_w = 3(1+0{,}3V_w)10^{-7}$ = 3*(1+0,3*23 м/с)*10^{-7}

Определение высоты наката волн на откос (расчёт выполнен по приложению Д [СП 38.13330.2018 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)»]).

Высота наката волн на откос h_{run} = 0,13 м определена по формуле:

$h_{run} = k_r k_p k_{sp} k_{run} k_i k_\alpha h_{1\%}$ = 0,7*0,5*1,5*0,9*1*1*0,24 м = 0,11 м

где k_r = 0,7 – коэффициент шероховатости откоса (r / h_i = 0,2 м/0,11 м = 1,81 (по таблице Д1, [СП 38.13330.2018 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)»]);

k_p = 0,5 – коэффициент проницаемости откоса (по таблице Д1, [СП 38.13330.2018 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)»]);

k_{sp} = 1,5 –; коэффициент зависящий от скорости ветра и угла наклона откоса, принимаемый по таблице Д2, [СП 38.13330.2018 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)»];

k_{run} = 0,9 – коэффициент, определяемый по рисунку 4, пологость волны $\overline{\lambda}_d / h_{1\%}$ = 1,44 м/0,24м = 6,0, ctg ϕ = 3,271 (угол 17°);

k_i = 1 – коэффициент обеспеченности по накату (по таблице Д3, [СП 38.13330.2018 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)»]);

k_α =1 – коэффициент, принимаемый в зависимости от угла α между урезом воды и фронтом волны (по таблице Д4, [СП 38.13330.2018 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)»]).

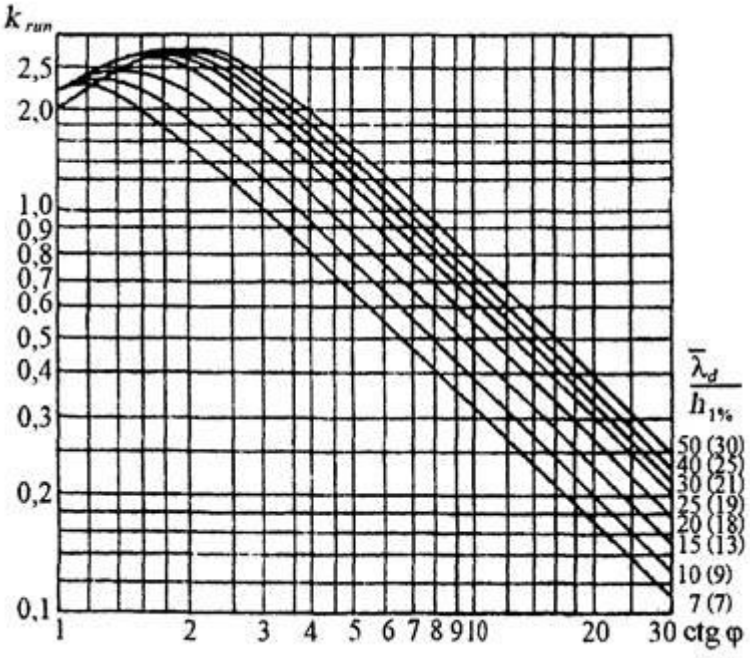


Рисунок 4 - Графики значений коэффициента k_{run}

Расчёт крепления верхового откоса дамбы

Расчёт выполнен в соответствии со СП 38.13330.2018 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). Актуализированная редакция СНиП 2.06.04-82*.

Исходные данные:

$\bar{\lambda}$	**- средняя длина волны, м – 0,96 м**
h	– высота волны, м – 0,11 м
φ	- угол откоса к горизонту, град. – 17°
p	- плотность воды, т/м^3 – 1 т/м^3
Pm	- плотность материала крепления, т/м^3 – 2,70 т/м^3

Определяем отношение $\bar{\lambda}$/h (0,96/0,11), что составит 8,73. Так как полученная величина менее 15, то по таблице В1 (СП 38.13330.2018) определяем коэффициент k_{fr} который равен для камня 0,025.

Таблица В.1

Элементы крепления	**Коэффициент k_{fr}**	
	при наброске	при укладке
Камень	0,025	-
Обыкновенные бетонные блоки	0,021	-
Тетраподы и другие фасонные блоки	0,008	0,006

Определяем массу камня при расположении камня или блока на участке откоса от верха сооружения до глубины z=0.7h по формуле

$$m = \frac{3{,}16 k_{fr} \rho_m h^3}{\left(\frac{\rho_m}{\rho} - 1\right)^3 \sqrt{1 + \mathrm{ctg}^3 \varphi}} \sqrt{\frac{\bar{\lambda}}{h}}$$

$$m = \frac{3.16 * 0.025 * 2.70 * 0.11^3}{\left(\frac{2.70}{1} - 1\right)^3 \sqrt{1 + ctg^3 17^\circ}} \sqrt{\frac{0.96}{0.11}} = 0{,}00044 \text{ т/м}^3$$

то же при z > 0,7h по формуле

$$m_z = me^{-\left(\frac{7{,}5z^2}{h\bar{\lambda}}\right)},$$

$$m_z = 0.00044 * e^{-\left(\frac{7.5*0.203^2}{0.13*1{,}74}\right)} = 0.00028 \text{ т/м}^3$$

По формуле объёма шара, $D = \sqrt[3]{\frac{\pi m}{6\rho_m}}$) и массе скального материала (2,70 т/м^3) определяем диаметр шара, т.е. диаметр куска каменной наброски.

Для z=0.7h получаем следующие характеристики (таблица Э1):

Таблица Э1 – Расчёт диаметра куска наброски

Наименование	Величина
Радиус, м	0,0215
Объем шара, м^3	0,000042
Диаметр шара, м	0,043
Проверочный расчёт: масса шара, т	0,00011

Толщину крепления (п. 5.23 СП 39.13330.2012 «Плотины из грунтовых материалов») из каменной наброски следует принимать с учётом возможности частичного выноса мелких частиц из неё при волновом воздействии, подвижки крупных камней, при ледовом воздействии уплотнения материала крепления*, а также из опыта эксплуатации аналогичных креплений, но не менее 3ds85, где ds85 - диаметр камня, масса которого вместе с массой более мелких фракций составляет 85% массы всей каменной наброски крепления, или

3*0.044 м = 0.132 м ≈ 0,15 м.

По формуле объёма шара, V = (4/3)×π×R^3 и массе скального материала (2,71 т/м^3) определяем диаметр шара, т.е. диаметр куска каменной наброски.

Для z > 0,7h получаем следующие характеристики(таблица Э2):

Таблица Э2 – Расчёт диаметра куска наброски

Наименование	Величина
Радиус, м	0,032
Объем шара, м^3	0,00014
Диаметр шара, м	0,064
Проверочный расчёт: масса шара, т	0,00037

Толщину крепления (п. 5.23 СП 39.13330.2012 «Плотины из грунтовых материалов») каменной наброски следует принимать с учётом возможности частичного выноса мелких частиц из неё при волновом воздействии, подвижки крупных камней, при ледовом воздействии уплотнения материала крепления*, а также из опыта эксплуатации аналогичных креплений, но не менее 3ds85, где ds85 - диаметр камня, масса которого вместе с массой более мелких фракций составляет 85% массы всей каменной наброски крепления, или

3*0,064 м = 0,192 м ≈ 0,2 м.

Вывод. В связи с техническими возможностями по укладке каменной наброски, чтобы избежать заготовки каменной наброски различных диаметров (избежать ошибке при её укладке на различных частях сооружения), а также не значительностью в разнице расчётных параметров принимаем следующие параметры каменной наброски на верховом откосе и гребне дамбы:

- минимальная мощность каменной наброски – 0,2 м;
- размер куска для z=0,7h и z > 0,7h – не менее 60 мм (0,06 м).

Расчёт высоты гравитационной волны

Расчёт выполнен в соответствии с СП 14.13330.2014 Строительство в сейсмических районах.

В тех случаях, когда по линии разлома при землетрясении преимущественно возможны субгоризонтальные подвижки структурно-тектонических блоков дна (совместно с сооружением), высоту волны, м, определяют по формуле

$\Delta h = 0{,}5 A k_f T_0 \sqrt{gh}$, = 0.5*0.06*0.45*0.5*((9.81*0.33)^0.5) = 0.012 м

где A - значения, приведены в таблице 12 (СП 14.13330.2014), для грунтов II-III группы и сейсмичности 6 баллов составляет 0,06;

k_f - коэффициент, зависящий от степени повреждений, допускаемых в сооружении при землетрясении. Для всех гидротехнических сооружений принимают равным 0,45

T_o - преобладающий период сейсмических колебаний ложа, определяемый по данным сейсмологических исследований, а при их отсутствии принимаемый равным =0,5 с;

G - ускорение свободного падения тел;

h - глубина, м

При высоте надводного борта 1,5 м, образовавшаяся гравитационная волна высотой 0,012 м не перехлёстывает через гребень дамб.

Расчёт минимально необходимого превышения отметки гребня ограждающей дамбы над поверхностью расчетных уровней воды

СП 39.13330.2012 Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84*, п. 5.12 Отметку гребня плотины следует назначать на основе расчёта возвышения его над расчётным уровнем воды.

Возвышение гребня плотины h_s в обоих случаях определяется по формуле

$$h_s = \nabla h_{set} + h_{run1\%} + a$$

где ∇h_{set} - ветровой нагон воды в верхнем бьефе (0,27 м – приложение А);

$h_{run\%}$ - высота наката ветровых волн обеспеченностью 1% (0,11 м – приложение А);

a - запас возвышения гребня плотины; запас a определяют как большую из величин 0,5 м и 0,1$h_{1\%}$ ($h_{1\%}$ - высота волны 1% вероятности превышения).

$h_s = \nabla h_{set} + h_{run1\%} + a$ = 0,27 м + 0,11 + 0,5 = 0,88 м, с учётом высоты гравитационной волны (0,012 м) составит 0,88 м + 0,12 м = 1,00 м.

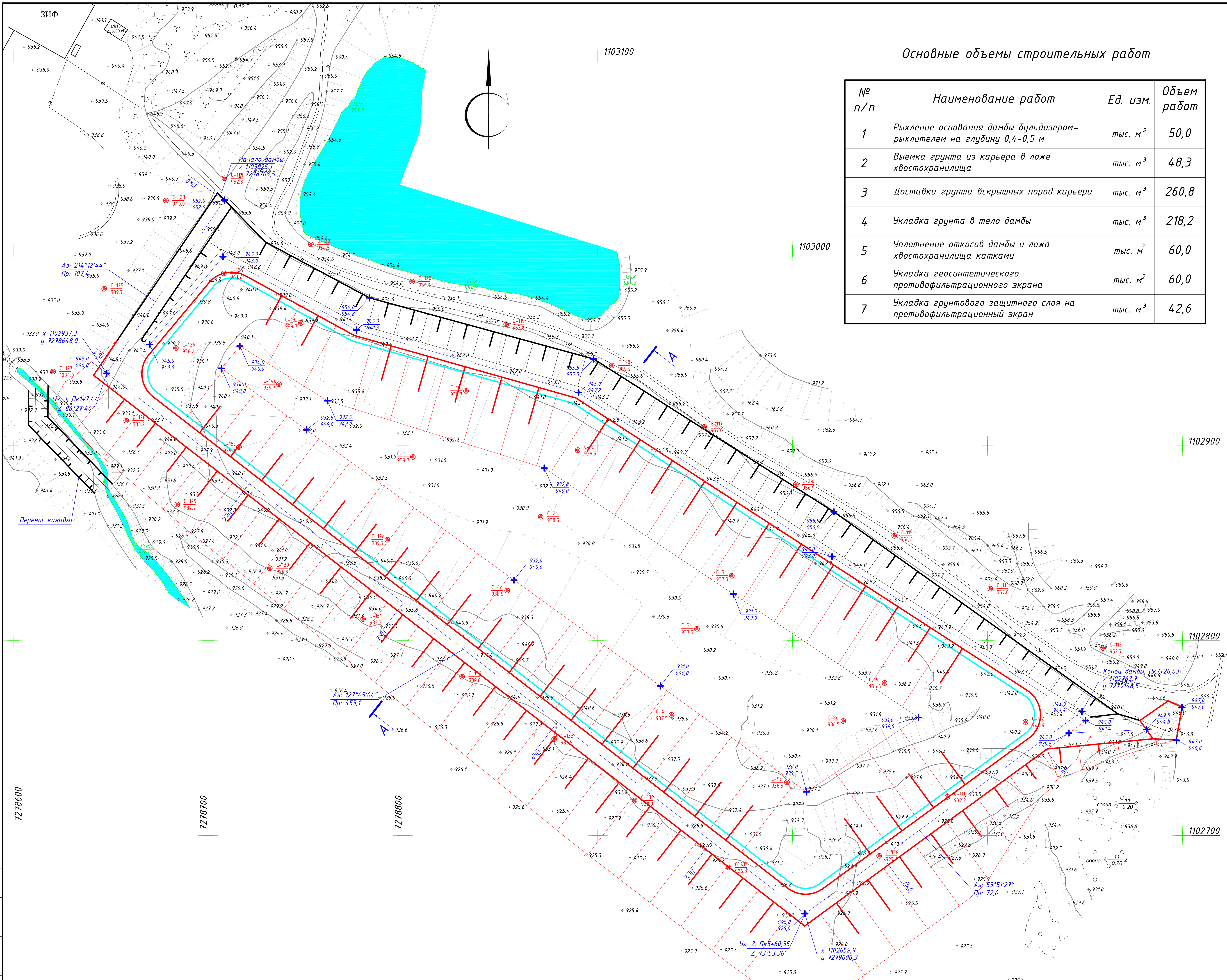
$h_s = \nabla h_{set} + h_{run1\%} + a$ = 0,27 м + 0,11 + 0,50 = 0,88 м, с учётом высоты гравитационной волны (0,012 м) составит 0,88 м + 0,012 м = 1,00м.

Окончательно принимаем наибольшую величину превышения =1,00м

Таким образом высотная отметка для гребня дамбы ёмкости технологической воды:

Отметка гребня дамбы 945,0 м – урез воды составит:

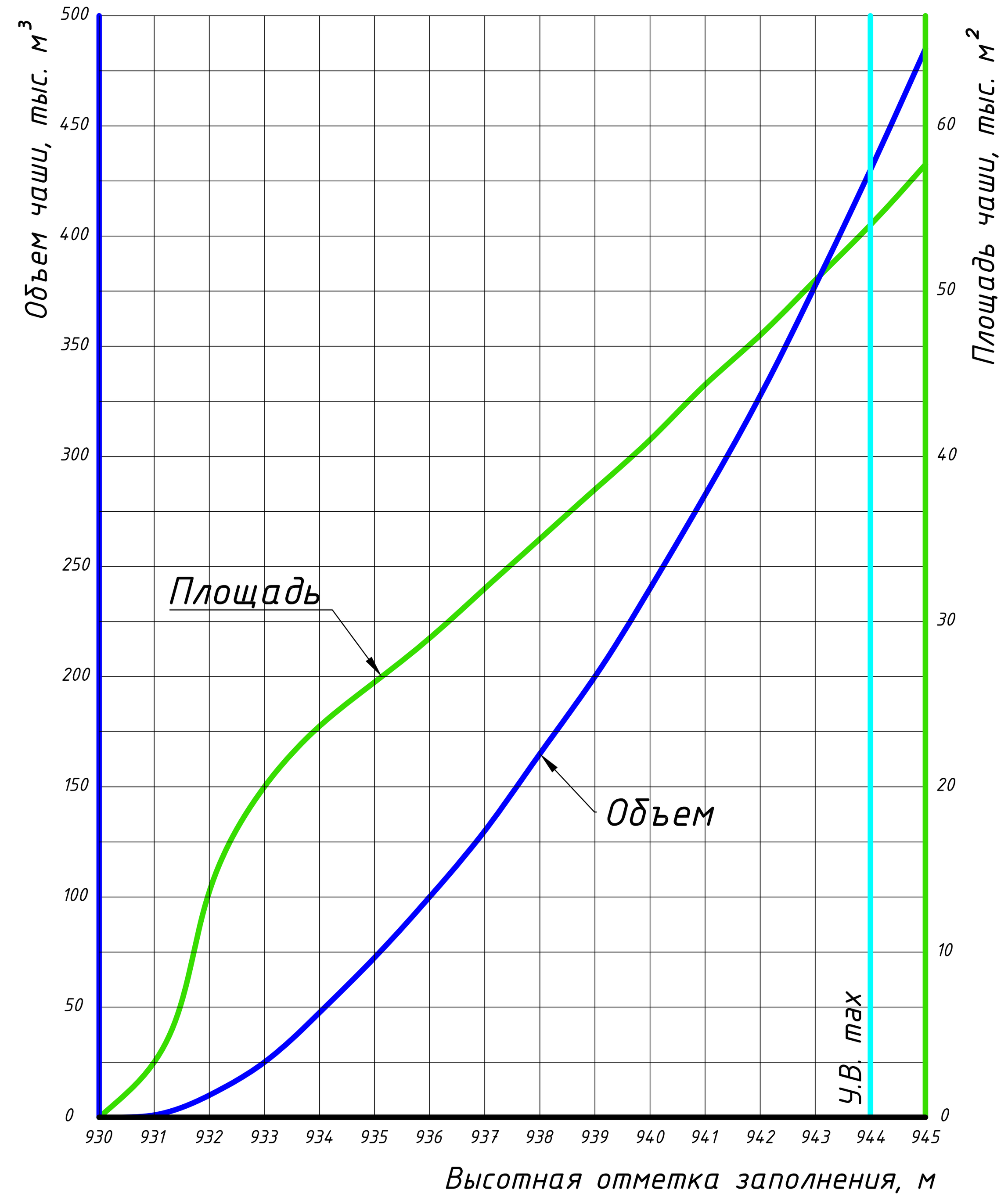
945,0 м – 1,0 м = 944,00 м.



Основные объемы строительных работ

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ
1	Рыхление основания дамбы бульдозером-рыхлителем на глубину 0,4-0,5 м	тыс. $м^2$	50,0
2	Выемка грунта из карьера в ложе хвостохранилища	тыс. $м^3$	48,3
3	Доставка грунта вскрышных пород карьера	тыс. $м^3$	260,8
4	Укладка грунта в тело дамбы	тыс. $м^3$	218,2
5	Уплотнение откосов дамбы и ложа хвостохранилища катками	тыс. $м^3$	60,0
6	Укладка геосинтетического противофильтрационного экрана	тыс. $м^2$	60,0
7	Укладка грунтового защитного слоя на противофильтрационный экран	тыс. $м^3$	42,6

Зависимость площади и объема от высотной отметки заполнения



Основные параметры и показатели

Наименование параметров и показателей	Значение
Класс гидротехнического сооружения	III (третий)
Класс опасности складируемых хвостов	5 (пятый)
Годовое поступление хвостов на складирование (твердое), тыс. т	43,77
Высотная отметка гребня ограждающей дамбы, м	945,0
Максимальный конечный уровень воды прудка, м	944,0
Максимальная глубина, м	15,0
Площадь зеркала чаши при максимальном заполнении, тыс. $м^2$	54,11
Объем общий, тыс. $м^3$	485,9
Объем полезный, тыс. $м^3$	430,1
Вместимость по хвостам (плотность укладки хвостов – 1,6 $т/м^3$, коэф. использования емкости – 0,85), тыс. т.	585,0
Площадь гидроизолированной поверхности чаши, тыс. $м^2$	60,0
Ограждающая дамба: длина, м	726,6
ширина по низу (мин./макс.), м	67,0 / 94,1
максимальная высота по верховому/низовому откосу, м	15,0 / 19,7
ширина по верху, м	10,0
превышение гребня дамбы над максимальным конечным уровнем воды, м	1,0
заложение откосов: верхового	1 : 3
низового	1 : 2
Строительный объем выемки, тыс. $м^3$	48,3
Строительный объем насыпи, тыс. $м^3$	309,1
Проектный срок заполнения, лет	13,3

Примечания.

1. Объекты площадки хвостохранилища показаны на момент завершения строительства.
2. Объекты, находящиеся в непосредственной близости к площадке хвостохранилища показаны условно либо не показаны (детально отражены на схеме планировки земельного участка).
3. План составлен по материалам изысканий, выполненных ООО НПК "БАЙГЕО" в 2020 г.
4. Разбивка сооружений выполнена в координатах топоплана.
5. Система координат МСК 38, зона 7.
6. Система высот Балтийская, 1977 г.
7. Сечение рельефа горизонталями через 1,0 м.

Согласовано

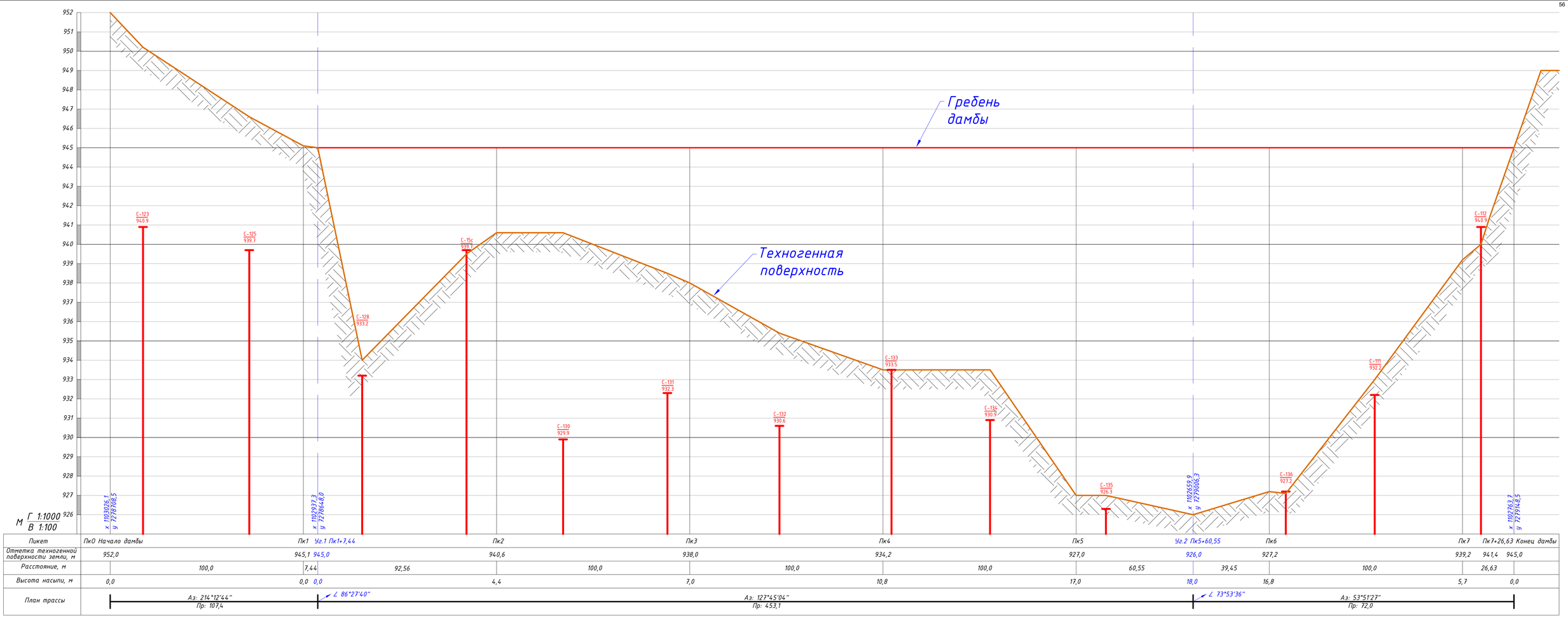
Взам. инв. №

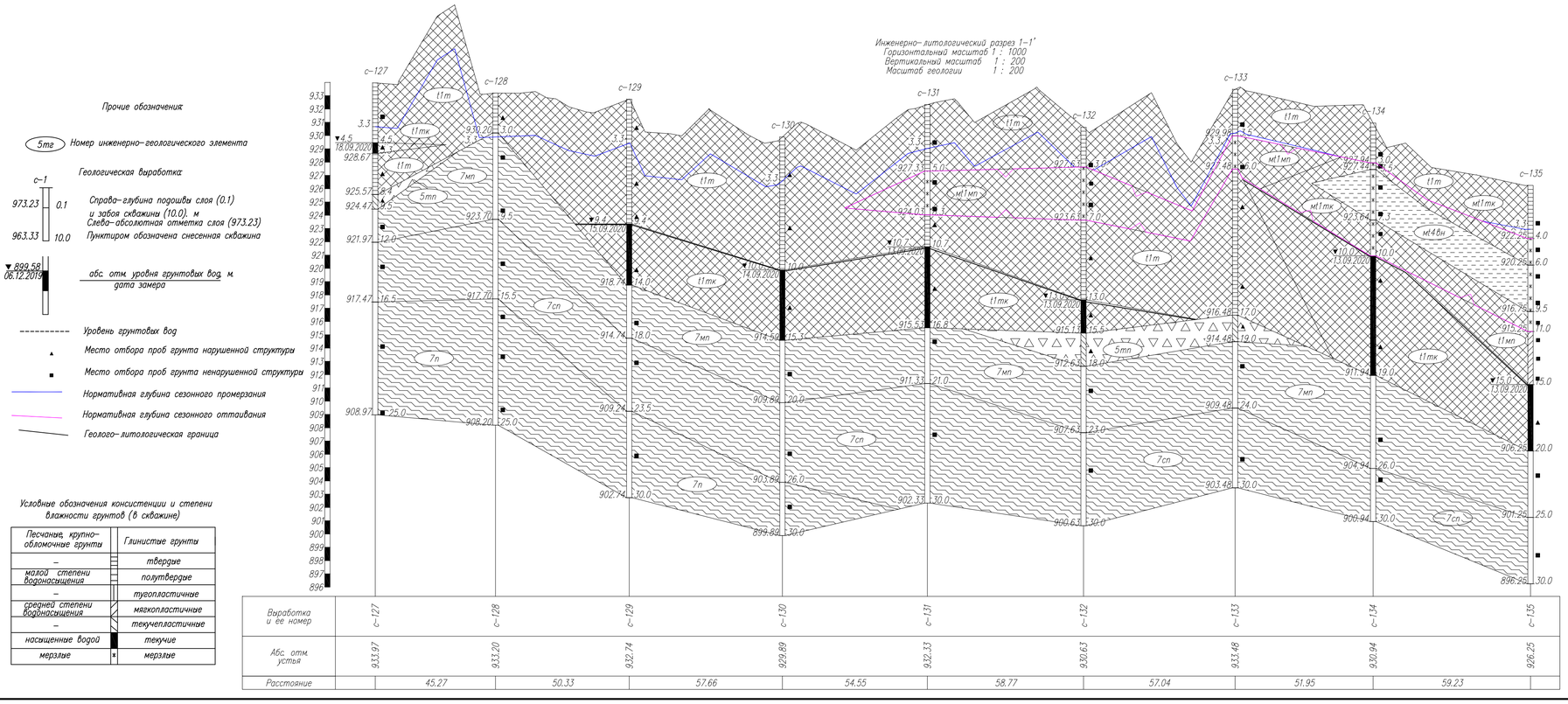
Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подпись	Дата				
						16.20-1-ПД.КС-1.1-КР			
						«Комплекс гидротехнических сооружений ГОК «Высочайший». Хвостохранилище хвостов сорбции»			
Разраб.		Косов В.М.			05.21	Хвостохранилище хвостов сорбции	Стадия	Лист	Листов
Провер.		Неретин А.В.			05.21		П	1	4
Н.контр.		Зябкин Д.Ю.			05.21	План разбивки сооружений. М 1:1000. Объемы работ. Основные параметры и показатели	©, АО "Иргиредмет" 2021 г.		

Формат А1





Условные обозначения

Инженерно-геологические элементы талого грунта

Номер ИГЭ	Штриховка	Наименование грунта	Группа грунта по разработке по ГЭСН-81-02-03-2017. IV. Приложения. Приложение 1.1
t1тк		Насыпной щебенистый грунт с суглинком текучим до 30%, с глыбами до 10%, грунт водонасыщенный; щебень средней прочности, средневыветрелый	41б
мt1тк		Насыпной щебенистый грунт с суглинком до 30%, с глыбами до 10%, мерзлый, слабольдистый, массивно-корковой криотекстуры, при оттаивании суглинок текучий, грунт водонасыщенный; щебень средней прочности, средневыветрелый	5г
t1мп		Насыпной щебенистый грунт с суглинком мягкопластичным до 30%, с глыбами до 10%, грунт средней степени водонасыщения; щебень средней прочности, средневыветрелый	41б
мt1мп		Насыпной щебенистый грунт с суглинком до 30%, с глыбами до 10%, мерзлый, нельдистый, массивной криотекстуры, при оттаивании суглинок мягкопластичный, грунт средней степени водонасыщения; щебень средней прочности, средневыветрелый	5г
t1т		Насыпной щебенистый грунт с суглинком твердым до 30%, с глыбами до 10%, грунт малой степени водонасыщения; щебень средней прочности, средневыветрелый	41б
мt4вн		Намывной песок пылеватый (пульпа), мерзлый, льдистый, слоистой криотекстуры, при оттаивании водонасыщенный	5б
мt4сс		Намывной песок пылеватый (пульпа), мерзлый, слабольдистый, массивной криотекстуры, при оттаивании средней степени водонасыщения	5б
5тп		Щебенистый грунт с суглинком текучепластичным до 30%, с глыбами до 10%, грунт насыщенный водой; щебень средней прочности, средневыветрелый	41б
5т		Щебенистый грунт с суглинком твердым до 30%, с глыбами до 10%, грунт малой степени водонасыщения; щебень средней прочности, средневыветрелый	41б
7мп		Сланцы средневыветрелые, малопрочные, неразмягчаемые	33б
7сп		Сланцы средневыветрелые, средней прочности, неразмягчаемые	33в
7п		Сланцы слабовыветрелые, прочные, неразмягчаемые.	33г

Примечание. Смотреть совместно с листом 1

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подпись	Дата
Разраб.		Косов В.М.			05.21
Провер.		Неретин А.В.			05.21
Н.контр.		Зябкин Д.Ю.			05.21

16.20-1-ПД.КС-1.1-КР

«Комплекс гидротехнических сооружений ГОК «Высочайший». Хвостохранилище хвостов сорбции»

Хвостохранилище хвостов сорбции

Стадия	Лист	Листов
П	2	4

Продольный профиль по оси дамбы М: Г 1:1000 / В 1:100. Инженерно-литологический разрез

©, АО "Иргиредмет" 2021 г.

Формат А1

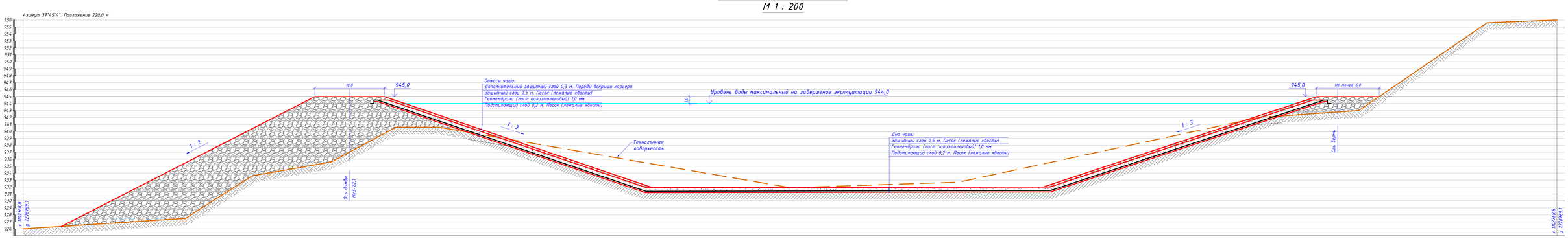
Согласовано

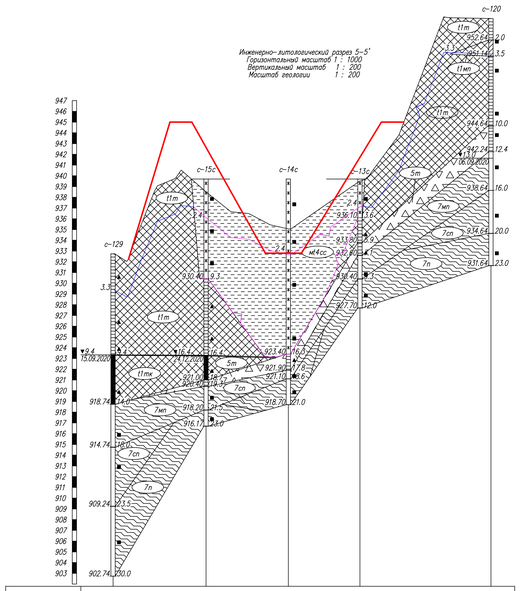
Взам. инв. №

Подп. и дата

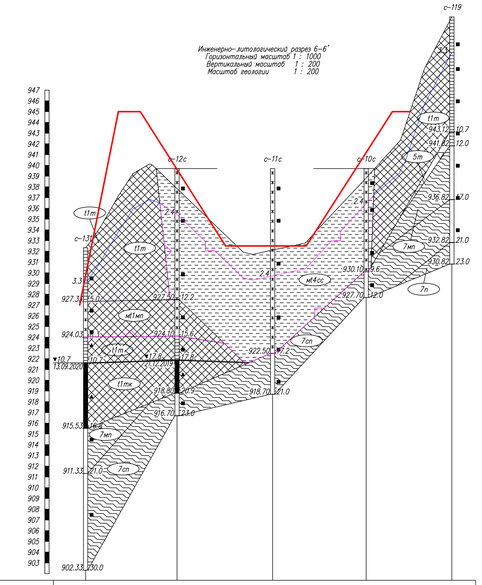
Инв. № подл.

по А-А. Поперечное сечение
М 1 : 200

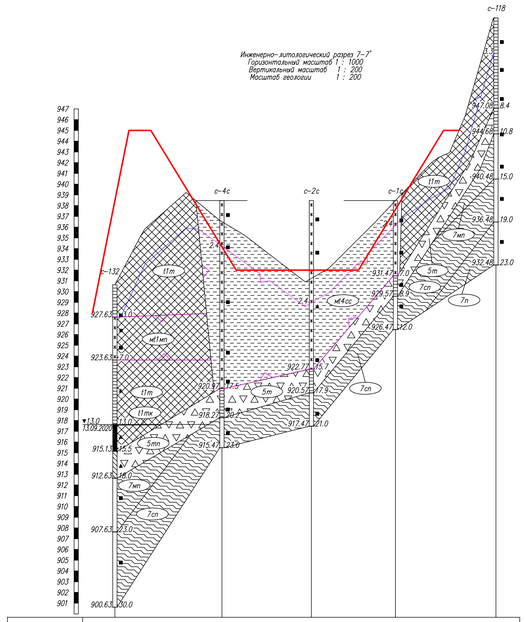




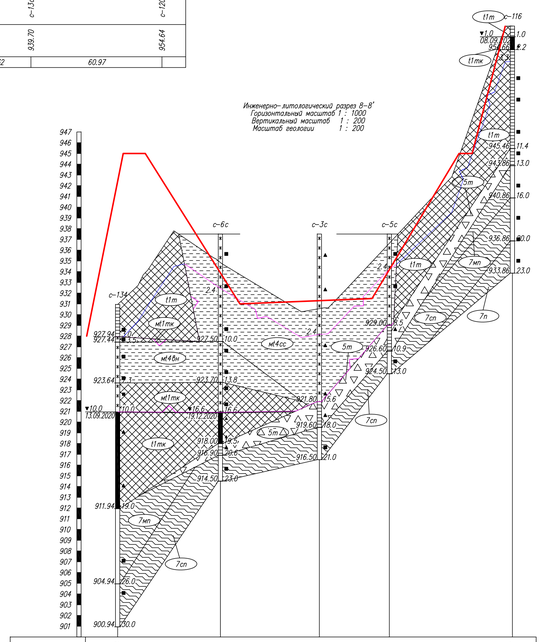
Выработка и ее номер	c-129	c-15c	c-14c	c-13c	c-120
Абс. отм. устья	932.74	939.70	939.70	939.70	954.64
Расстояние	43.27	38.30	33.32	60.97	



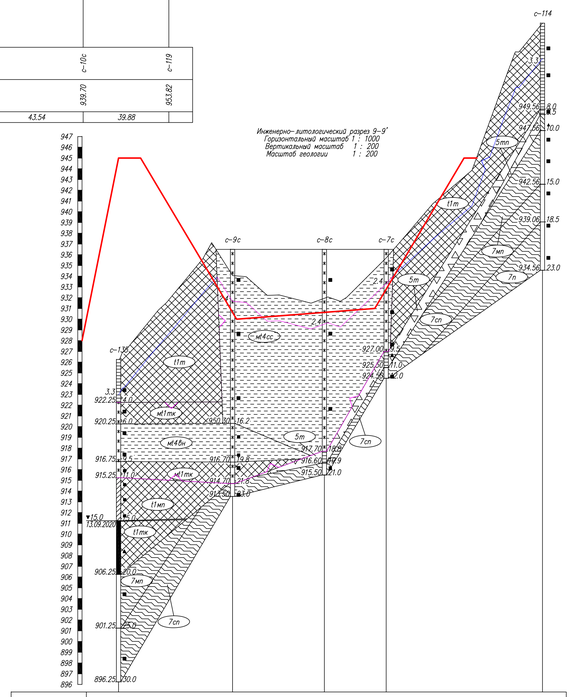
Выработка и ее номер	c-131	c-12c	c-11c	c-10c	c-119
Абс. отм. устья	932.33	939.70	939.70	939.70	953.82
Расстояние	42.54	44.50	43.54	39.88	



Выработка и ее номер	c-132	c-4c	c-2c	c-1c	c-118
Абс. отм. устья	930.63	938.47	938.47	938.47	955.48
Расстояние	49.82	41.63	39.12	46.78	



Выработка и ее номер	c-134	c-6c	c-3c	c-5c	c-116
Абс. отм. устья	930.94	934.85	930.56	936.64	956.86
Расстояние	47.82	46.07	32.56	57.27	



Выработка и ее номер	c-135	c-9c	c-8c	c-7c	c-114
Абс. отм. устья	926.25	936.50	936.50	936.50	957.56
Расстояние	53.07	42.74	28.76	72.74	

Условные обозначения консистенции и степени влажности грунтов (в скважине)

Песчаные, крупно-обломочные грунты	Глинистые грунты
–	твердые
малой степени водонасыщения	полутвердые
–	тугопластичные
средней степени водонасыщения	мягкопластичные
–	текучепластичные
насыщенные водой	текучие
мерзлые	мерзлые

Прочие обозначения

5mr Номер инженерно-геологического элемента

Геологическая выработка

c-1 973.23 0.1 Справа-глубина подошвы слоя (0.1) и забоя скважины (10.0), м. Слева-абсолютная отметка слоя (973.23)

963.33 10.0 Пунктиром обозначена снесенная скважина

899.58 06.12.2019 абс. отм. уровня грунтовых вод, м. дата замера

Уровень грунтовых вод

Место отбора проб грунта нарушенной структуры

Место отбора проб грунта ненарушенной структуры

Нормативная глубина сезонного промерзания

Нормативная глубина сезонного оттаивания

Геолого-литологическая граница

Условные обозначения
Инженерно-геологические элементы талого грунта

Номер ИГЭ	Штриховка	Наименование грунта	Группа грунта по разработке по ГЭСН-81-02-05-2001 7. IV. Приложение 1.1
t1mk		Насыпной щебенистый грунт с суглинком текучим до 30%, с глыбами до 10%, грунт водонасыщенный, щебень средней прочности, средневаветрелый	41б
мt1mk		Насыпной щебенистый грунт с суглинком до 30%, с глыбами до 10%, мерзлый, слабольдистый, массивно-корковой криотекстуры, при оттаивании суглинок текучий, грунт водонасыщенный, щебень средней прочности, средневаветрелый	5г
t1mn		Насыпной щебенистый грунт с суглинком мягкопластичным до 30%, с глыбами до 10%, грунт средней степени водонасыщения, щебень средней прочности, средневаветрелый	41б
мt1mn		Насыпной щебенистый грунт с суглинком до 30%, с глыбами до 10%, мерзлый, нельдистый, массивной криотекстуры, при оттаивании суглинок мягкопластичный, грунт средней степени водонасыщения, щебень средней прочности, средневаветрелый	5г
t1m		Насыпной щебенистый грунт с суглинком твердым до 30%, с глыбами до 10%, грунт малой степени водонасыщения, щебень средней прочности, средневаветрелый	41б
мt4вн		Намывной песок пылеватый (пульпа), мерзлый, льдистый, слоистой криотекстуры, при оттаивании водонасыщенный	5б
мt4сс		Намывной песок пылеватый (пульпа), мерзлый, слабольдистый, массивной криотекстуры, при оттаивании средней степени водонасыщения	5б
5mn		Щебенистый грунт с суглинком текучепластичным до 30%, с глыбами до 10%, грунт насыщенный водой, щебень средней прочности, средневаветрелый	41б
5m		Щебенистый грунт с суглинком твердым до 30%, с глыбами до 10%, грунт малой степени водонасыщения, щебень средней прочности, средневаветрелый	41б
7mn		Сланцы средневаветрелые, малопрочные, неразмягчаемые	33б
7cn		Сланцы средневаветрелые, средней прочности, неразмягчаемые	33в
7n		Сланцы слабоваветрелые, прочные, неразмягчаемые	33г

Примечание. Смотреть совместно с листом 1

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подпись	Дата
Разраб.		Косов В.М.			05.21
Провер.		Нерепин А.В.			05.21
Н.контр.		Зяблин Д.Ю.			05.21

16.20-1-ПД.КС-1.1-КР

«Комплекс гидротехнических сооружений ГОК «Высочайший». Хвостохранилище хвостов сорбции»

Хвостохранилище хвостов сорбции

Стадия	Лист	Листов
П	3	4

Поперечное сечение чаши М1:200. Инженерно-литологические поперечные разрезы

©, АО "Иргиредмет" 2021 г.

Формат А0

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Площадь картограммы – 92181 м², в том числе:

насыпи – 61890 м²

выемки – 30291 м²

Объемы перемещения грунта:

насыпь – 309,1 тыс.м³

выемка – 48,3 тыс.м³

итого, м³															
Насыпь	+508	+1068	+705	+2993	+5337	+3976	+3378	+3054	+2874	+2737	+2931	+3270	+3646	+3660	+3658
Выемка	0	0	0	0	0	−159	−1281	−1730	−1261	−685	−317	−100	−30	−14	−27

итого, м³															
Насыпь	+3692	+3756	+3657	+3444	+3373	+3239	+3285	+3395	+3547	+3715	+3905	+4078	+4264	+4489	+4721
Выемка	−55	−64	−61	−84	−182	−383	−643	−889	−1025	−1047	−1111	−1167	−1235	−1292	−1293

итого, м³															
Насыпь	+4870	+4833	+4688	+4719	+4900	+5109	+5380	+5629	+5888	+6193	+6440	+6785	+7247	+7765	+8239
Выемка	−1380	−1417	−1446	−1456	−1431	−1360	−1322	−1328	−1358	−1345	−1303	−1321	−1652	−2538	−3329

итого, м³														всего, м³
Насыпь	+9308	+11557	+15030	+18472	+19742	+18146	+14166	+8661	+3339	+868	+501	+234	+23	+309082
Выемка	−3154	−2359	−1599	−819	−182	−5	0	0	−13	−70	−14	−2	0	−48337

16.20-1-ПД.КС-1.1-КР

«Комплекс гидротехнических сооружений ГОК «Высочайший». Хвостохранилище хвостов сорбции»

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подпись	Дата
Разраб.		Косов В.М.			05.21
Провер.		Неретин А.В.			05.21
Н.контр.		Зябкин Д.Ю.			05.21

Хвостохранилище хвостов сорбции

Стадия	Лист	Листов
П	4	4

План земляных масс
М 1 : 500

©, АО "Иргиредмет" 2021 г.

Формат А2 х 4

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.