

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

ЦЕНТР НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И УНИКАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

Свидетельство СРО АС "Объединение проектировщиков "УниверсалПроект"
рег. № 180220/333 от 18.02.2020

Заказчик – ООО "УГРК"

ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫЙ КОМБИНАТ ГОК "УГАХАН"

**Обоснование общих технических решений объекта
"Хвостохранилище хвостов гравитации (Секция 3)"**

**Технологические решения
Хвостохранилище хвостов гравитации (Секция 3)**

17/ЦУП-23-ОТР

Изм.	№ док.	Подпись	Дата

2023

ООО "Центр уникальных проектов"
Свидетельство СРО АС "Объединение проектировщиков "УниверсалПроект"
рег. № 180220/333 от 18.02.2020

Заказчик – ООО "УГРК"

ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫЙ КОМБИНАТ ГОК "УГАХАН"

Обоснование общих технических решений объекта
"Хвостохранилище хвостов гравитации (Секция 3)"

Технологические решения

Хвостохранилище хвостов гравитации (Секция 3)

17/ЦУП-23-ОТР

Директор

С. В. Дубинин

2023

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Должность	Фамилия И. О.	Подпись	Дата
Директор	Дубинин С. В.		02.11.2023
Главный инженер	Зайцев С. Ю.		02.11.2023
Сектор ГТС, инженер	Белькова О. В.		02.11.2023
Ведущий эксперт	Чудинова И. О.		02.11.2023



СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ	3
СОДЕРЖАНИЕ	5
ПЕРЕЧЕНЬ ЧЕРТЕЖЕЙ	7
Введение	9
1 Исходные данные для проектирования	11
1.1 Природно-климатические и геологические условия.....	11
1.2 Климатическая характеристика.....	11
1.3 Гидрологические условия	14
1.4 Гидрогеологические условия.....	17
1.5 Геокриологические условия	18
1.6 Геологическое строение.....	18
1.7 Геологические процессы.....	21
2 Действующая на предприятии система складирования хвостов, системы и сооружения.....	22
3 Технологические данные.....	24
4 Сведения о технологических решениях по хвостовому хозяйству и оборотному водоснабжению	25
4.1 Хвостохранилище	25
4.2 Сравнительный анализ и выбор варианта	30
4.3 Гидравлический транспорт.....	31
4.3.1 Существующая схема гидротранспорта.....	31
4.3.2 Проектируемая система гидротранспорта. Расчетные данные.....	31
4.4 Водохозяйственный баланс хвостохранилища.....	32
4.5 Система оборотного водоснабжения	33
4.6 Контрольно-измерительная аппаратура	34
4.7 Система поверхностного водоотвода	34
4.8 Оценка устойчивости сооружений	35
5 Обобщенный анализ вариантов размещения Секции №3 хвостохранилища	41
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	51
ГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ	53



ПЕРЕЧЕНЬ ЧЕРТЕЖЕЙ

№ п/п	Обозначение	Наименование	Примечание
1	Ситуационный план	17/ЦУП-23-ОТР, лист 1	
2	План сооружений. Разрез. Объемы работ	17/ЦУП-23-ОТР, лист 2	



Введение

Документация по обоснованию общих технических решений объектов "Хвостохранилище хвостов гравитации. Секция 3" Горно-обогатительного комбината (ГОК) "Угахан" выполнена на основании технического задания на разработку проектной документации от 17 августа 2023 года.

В настоящей документации приведены технические решения по организации хвостохранилища на обозначенной заказчиком территории, описание объектов и инженерных систем, обеспечивающих полный цикл складирования хвостов и оборотного водоснабжения ЗИФ.

Технические решения разработаны на основании предоставленных заказчиком материалов:

- 1) Задание на разработку проектной документации по объекту "Хвостохранилище хвостов гравитации (Секция 3)". Горно-обогатительный комбинат "Угахан";
- 2) Инженерные изыскания Горно-обогатительный комбинат (ГОК) "Угахан", ООО "Байгео", 2016 г.;
- 3) Проектная документация Горно-обогатительный комбинат (ГОК) "Угахан", АО "Иргиредмет", 2017 г.

Технические решения приняты на основании и с учетом требований нормативно-технической документации действующей на момент разработки:

1. Постановление Правительства РФ от 05.11.2020 № 1607 "Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений";
2. Постановление Правительства РФ от 28 мая 2021 года № 815 "Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений";
3. Рекомендации по проектированию и строительству шламонакопителей и хвостохранилищ металлургической промышленности. ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР, М., Стройиздат, 1986г.;
4. СП 58.13330.2019 "СНиП 33-01-2003 Гидротехнические сооружения. Основные положения";
5. СП 39.13330.2012 "СНиП 2.06.05-84* Плотины из грунтовых материалов";
6. СП 127.13330.2023 "Объекты размещения отходов производства. Основные положения по проектированию";
7. СП 14.13330.2018 "СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах";
8. СП 22.13330.2016 "СНиП 2.02.02-85 Основания зданий и сооружений";
9. СП 23.13330.2018 "СНиП 2.02.02-85 Основания гидротехнических сооружений";



10. СП 37.13330.2012 "СНиП 2.05.07-91* Промышленный транспорт";
11. СП 45.13330.2017 "СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения, основания и фундаменты";
12. СН 551-82 "Инструкция по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов";
13. ГОСТ Р 56586-2015 "Геомембраны гидроизоляционные полиэтиленовые рулонные";
14. ГОСТ 18599-2001 "Трубы напорные из полиэтилена";
15. Справочник по гидравлическим расчетам под ред. П.Г. Киселева. – Энергетика, М., 1974;
16. Гидротехнические сооружения. Справочник проектировщика. Под общ. ред. В.П. Недриги, М., Стройиздат, 1983;
17. П.Д. Евдокимов, Г.Т. Сазонов "Проектирование и эксплуатация хвостовых хозяйств обогатительных фабрик", М., "Недра", 1978;
18. Ф.А. Шевелев "Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб". Изд. 5-е, доп., - М.: Книга по Требованию, 2013;
19. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов, М.: 1998;
20. СП 18.13330.2011 "Генеральные планы промышленных предприятий".



1 Исходные данные для проектирования

1.1 Природно-климатические и геологические условия

Участок "Верхне-Угаханский" (рисунок 1.1) по административному положению находится в Бодайбинском районе Иркутской области, на территории Кропоткинской поселковой администрации, в 20 км на северо-запад от пос. Кропоткин, который связан с г. Бодайбо грунтовой дорогой 4 категории (130 км).

Обзорная карта расположения участка строительства приведена на рисунке 1.1



Рисунок 1.1- Обзорная карта расположения участка строительства

Кропоткин – рабочий посёлок, административный центр Кропоткинского муниципального образования. Расположен к северо-востоку от райцентра, города Бодайбо, на реке Ныгри, левом притоке Вачи (приток р. Жуи). От города Бодайбо до поселка Кропоткин имеется грунтовая круглогодичная автомобильная дорога IV технической категории, протяженностью 126 км. Светлый – посёлок в Бодайбинском районе Иркутской области. Входит в Кропоткинское муниципальное образование. Находится на правом берегу реки Жуя, в 39 км (по прямой) на восток от посёлка Кропоткин.

1.2 Климатическая характеристика

Климатическая характеристика района основана на данных метеостанции Светлый (Н = 421 м) и Перевоз (Н = 330 м).

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 января: минус 57 °С, абсолютный максимум июля: 38 °С).

Самый холодный месяц: январь со средней температурой минус 28°С. Амплитуда колебания температур достигает 95°С.

Зимой высота снежного покрова может достигать 40 см. Наименьшие скорости ветра наблюдаются в августе (0,3 м/с). Устойчивый снежный покров образуется 25 октября, разрушается 14 апреля. Количество осадков за зимний период в среднем может составлять 35 мм. В летний период на территорию проникают с моря воздушные потоки (летний муссон), обуславливая облачное и дождливое лето. Самый теплый месяц август.

Режим осадков определяется условиями атмосферной циркуляции и характером рельефа. Наибольшее количество осадков выпадает в июне-августе (216 мм) период, в результате развития циклонической деятельности. Наблюденный суточный максимум осадков 66 мм (26.06.1977). Средняя высота осадков, выпадающих за год – 420 мм.

Преобладающими в годовом цикле являются ветра западного направления, со средней скоростью 1,8 м/с.

Согласно карте климатического районирования, для строительства рассматриваемая территория относится к I климатическому району, подрайон ИД СП 131.13330.2020 и согласно СП 34.13330.2012 к I дорожно-климатической зоне.

Климатические условия – суровые.

Основные показатели климатических характеристик приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основные показатели климатических характеристик

Характеристика	Величина	Метеостанция
Абсолютная температура воздуха, минимум, °С максимум, °С	-57,0 38,0	Светлый
Средняя температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченностью: 0.98°С 0.92°С	-48,0 -46,0	Перевоз
Средняя температура воздуха наиболее холодных суток, обеспеченностью: 0.98°С 0.92°С	-51,0 -48,0	Перевоз
Среднегодовая температура воздуха, °С	-27,90=	
Среднегодовая скорость ветра, м/с	1,6	Светлый
Преобладающее направление ветра	Ю	Светлый
Наибольшая скорость ветра м/с, возможная: один раз за 1 год за 10 лет за 20 лет	3 16 18	Светлый
Сумма атмосферных осадков за год, в мм	392	Светлый
Число дней в году с осадками более 0.1 мм более 5.0 мм	123 17	Перевоз
Максимальное суточное количество осадков в мм, обеспеченностью 1%	66	Светлый
Средняя дата образования устойчивого снежного покрова	22 X	Светлый
Средняя дата разрушения устойчивого снежного покрова	26 IV	Светлый
Число дней в году с устойчивым снежным покровом	188	Светлый



Характеристика	Величина	Метеостанция
Средняя из наибольших декадных высот снежного покрова за зиму, см	20	Перевоз
Расчетная толщина снежного покрова, вероятностью превышения 5 %, см	44	Светлый
Среднее годовое число дней с туманом	48	Светлый
Средняя продолжительность тумана, час в год	182	Перевоз
Среднее годовое число дней с грозой	16	Светлый
Среднее за год число дней с метелью	17	Светлый
Среднее за год число дней с поземком	23	Светлый
Объем снегопереноса за зиму в м ³ /м	<100*	Светлый

Главными факторами, определяющими такое своеобразие климата, являются: характер общей циркуляции воздушных масс, физико-географические условия территории и сложность орографии.

В зимний период территорию охватывает мощный сибирский антициклон, в нем происходит формирование континентального, очень холодного воздуха. Ясная и сухая погода способствует охлаждению земной поверхности и нижних слоев воздуха. Зима малоснежная. Лето хотя и короткое, но теплое, а иногда и жаркое, однако ночи обычно прохладные, существует вероятность заморозков во все летние месяца. Переходные сезоны года кратковременные и характеризуются большими суточными амплитудами температур.

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 1.2). 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 обложной, так и ливневой характер.

Таблица 1.2– Среднемесячное и годовое количество осадков, мм

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Осадки, мм	9	8	6	14	35	66	82	68	56	21	15	12	392,0

Таблица 1.3 - Осадки с распределением по месяцам различной обеспеченности (по метеорологической станции Светлый) за период 1965-2014 гг.

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

Значения испарения с поверхности суши и водной поверхности представлены в таблицах 1.4-1.5.

Таблица 1.4 - Рассчитанные значения испарения с суши с распределением по месяцам, мм

Р, %	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 1.5 - Испарения с водной поверхности различной обеспеченности, мм

Обеспеченность, %	Месяц					сезон
	05	06	07	08	09	
1	54	69	112	158	131	524
3	52	67	109	153	127	508
5	51	65	106	149	123	494
10	49	64	103	145	120	481
25	47	60	98	137	114	456
50	44	56	91	128	106	425
75	41	52	85	119	99	396
90	38	49	79	112	93	371
95	37	47	77	108	89	358
97	35	46	74	104	86	345
99	34	43	70	99	82	328

1.3 Гидрологические условия

Сложное сочетание климатических условий, рельефа, геологического строения, многолетней мерзлоты определяет основные черты водного режима водотоков рассматриваемого района. Водотоки рассматриваемой территории по характеру водного питания относятся к типу рек с хорошо выраженным весенним половодьем, относительно высокими летне-осенними дождевыми паводками и длительной устойчивой зимней меженью. Весеннее половодье на водотоках рассматриваемого района начинается в первой декаде мая и

продолжается до конца мая. Весеннее половодье носит обычно смешанный характер: в его формировании принимают участие как талые, так и дождевые воды.

После прохождения половодья устанавливается летне-осенняя межень, которая ежегодно нарушается прохождением дождевых паводков. Ежегодно наблюдается 4-5 дождевых паводков продолжительностью от 5 до 15 дней. Реки и ручьи района изысканий питаются преимущественно дождевыми водами. Доля летнего паводочного стока достигает 40 % годовой его величины. Летние дождевые паводки обусловлены не только интенсивными осадками, а отчасти в начале лета таянием снега и наледей. Паводки обычно начинаются сразу после спада половодья, иногда накладываются на него и за летне-осенний период повторяются в среднем 6 раз. Интенсивность изменения уровня воды при дождевых паводках, как правило, бывает большей, чем в половодье. Обычно максимальный расход дождевых паводков превышает расход весеннего половодья.

Минимальные расходы воды в период летне-осенней межени чаще всего отмечаются перед замерзанием. В зимний период малые водотоки промерзают, образуются наледи мощностью 0,5 м на малых водотоках и до 1,0-2,0 м более крупных. Непосредственно на водотоках участка изысканий наледи не отмечаются.

Распределение стока внутри года здесь имеет, несмотря на мерзлотные процессы (распространение мерзлоты с мощностью мерзлых пород до 500 м), выравненный характер, что, по-видимому, связано с большой трещиноватостью грунтов (крупнообломочный материал), легко инфильтрирующих поверхностные воды, с совокупностью с общей большой водностью.

Территория проектируемого хвостохранилища ГОК "Угахан" расположена в пределах бассейна реки Лена, в целом представляет собой водораздельную сильно пересеченную поверхность расположенную (между реками Угахан и притоками реки Большой Патом). Площадь, в пределах которой рассредоточены проектируемые объекты составляет примерно 27,7 км².

Гидрографическая сеть района достаточно хорошо развита и представлена в пределах расположения хвостохранилища следующими водотоками: р. Большая Безымянка и левый приток. Ниже приводится характеристика водотока.

Р. Большая Безымянка в гидрографическом отношении относится к бассейну реки Лена, является левым притоком реки Джемкукан (р. Большая Безымянка - р. Джемкукан – р. Большой Патом – р. Лена). Река берет начало на высоте около 1035 метров, на всем протяжении течет в северном направлении и имеет только один левый приток. Общая протяженность реки составляет 9,2 км. Водосбор р.Б. Безымянка на участке изысканий имеет относительно симметричную форму, вытянутую с юга на север. Водосбор покрыт лиственнично-еловым лесом, в верхней части ягелем и кедровым стлаником. Для растительности на водосборе характерна высотная поясность.

Долина реки имеет V-образную форму. Склоны долины покрыты лиственнично-еловым лесом, ближе к руслу лес становится более редким, появляется кустарник. Русло реки выражено, средней шириной 1,0- 2,0 м, дно сложено галечником с вкраплением валунов. Берега покрыты редкостойным лесом и густым труднопроходимым кустарником. Проектируемые сооружения – хвостового хозяйства расположены в среднем течении р. Большая Безымянка и в верховьях левого ее притока.

В холодный период сток на рассматриваемом водотоке отсутствует, река перемерзает до дна без образования наледей.



1.4 Гидрогеологические условия

Участок изысканий находится в пределах Витимо-Патомской гидрогеологической складчатой области, сложенной древними метаморфизованными породами. Особенности распределения подземных вод в районе исследований подчиняются региональным закономерностям, которые определяются, прежде всего, наличием трех основных типов гидрогеологических структур: гидрогеологические массивы, обводненные разломы и наложенные бассейны. Последние приурочены к рыхлым образованиям четвертичного возраста в долинах рек и ручьев.

По типу коллектора и условиям формирования на изучаемой площадке выделяются три основных типа подземных вод, приуроченные к двум формациям водовмещающих пород:

- порово-пластовые воды рыхлых четвертичных отложений;
- трещинно-пластовые и трещинно-жильные воды коренных пород.

Непосредственно на участке изысканий подземные воды вскрыты в аллювиальных, делювиальных, элювиальных и скальных отложениях.

Подземные воды аллювиальных отложений

Распространены в интервалах глубин от 0,3 до 43,5 м. Водовмещающие породы залегают в виде водоносного комплекса (гидродинамически связанные между собой водовмещающие породы переслаиваются с водоупорными). Комплекс напорно-безнапорный (напор появляется на участках и в интервалах где водовмещающие породы перекрыты водоупорными). Величина местного напора составила 1,0-40,0 м. Водоносный горизонт имеет гидродинамическую связь с поверхностными водами.

Водовмещающие грунты представлены преимущественно галечниковыми грунтами с песком крупным, в меньшей степени песками гравелистыми.

Основное питание подземных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков.

Подземные воды делювиальных отложений

Подземные воды делювиальных отложений вскрыты в центральной части площадки отстойников, в интервалах глубин от 4,5 до 6,5 м. Воды безнапорные. Водовмещающие грунты представлены щебенистыми грунтами с супесью текучей. Фильтрационные характеристики относительно не высокие – коэффициент фильтрации равен 0,5 – 0,7 м/сут.

Подземные воды элювиальных отложений

Вскрыты в левом борту долины р.. Бол. Безымянка на глубине 22,5 – 29,5 м (абсолютные отметки 929,49 – 949,87) на площадке плотин хвостохранилищ №1,2. Водовмещающие породы залегают в виде маломощных, гидродинамически связанных между собой прослоев песка пылеватого в толще глыбового грунта с супесчаным заполнителем. Комплекс напорно-безнапорный. Величина местного напора составила до 14 м. Коэффициент фильтрации до 1,0 м/сут.

Подземные воды скальных отложений

Подземные воды скальных отложений вскрыты в юго-восточной части площадки отстойников в интервалах глубин от 5,0 до 12,0 м (абсолютные отметки 990,12 - 990,58 м). Воды безнапорные. Водовмещающие грунты представлены сланцами сильнотрещиноватыми. Коэффициент фильтрации до 0,1 м/сут.

Все вышеперечисленные водоносные подразделения, скорее всего, имеют между собой гидродинамическую связь. Основное питание подземных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и подземных вод смежных водоносных комплексов.



1.5 Геокриологические условия

Согласно Приложению Л СП 11-105-97 часть IV рассматриваемая территория приурочена к области несплошного распространения многолетнемерзлых грунтов.

Температура многолетнемерзлых грунтов на глубине нулевых амплитуд колебаний температуры - 10,0 м, на участке изысканий, изменяется в пределах минус 0,3 – 1,0 °С.

Многолетнемерзлые грунты вскрываются в бортах долины р. Б. Безымянка в интервале глубин от 2,6 до 23,4 м, вскрытая мощность колеблется в пределах от 7,3 до 20,0 м. Кровля многолетнемерзлых грунтов залегает в интервалах глубин 1,7-11,8 м.

В целом на участке изысканий глубина сезонного промерзания составила от 1,4 до 1,9 м.

Многолетнемерзлые грунты низкотемпературные. Рекомендуется использовать по II принципу.

1.6 Геологическое строение

Геологическое строение приводится по данным инженерных изысканий для действующих хвостохранилища №2 и водохранилища, расположенных в долине р.Б.Безымянка.

В долине р. Бол. Безымянка. развиты аллювиальные отложения, перекрыты почвенно-растительным слоем, либо делювиальными щебенистыми грунтами. Подстилаются элювиальными, либо скальными отложениями.

Делювиальные отложения вскрываются на склонах и вершинах водораздельных поверхностей. Перекрыты, как правило, почвенно-растительным слоем. Подстилаются, как правило, скальными отложениями.

Элювиальные отложения вскрыты в левом борту долины р. Бол. Безымянка. Перекрываются аллювием. Подстилаются скальными отложениями.

Скальные и полускальные отложения вскрываются практически повсеместно в основании разреза. Перекрываются дисперсными грунтами четвертичного возраста всех вышеперечисленных типов.

В соответствии с ГОСТ 25100-2011 и ГОСТ 20522-2012 на площадке выделено 31 инженерно-геологических элементов и 1 слой. Среди которых встречаются:

- супеси, пески различной крупности включений;
- валунные и галечниковые грунты с заполнителями супесью, суглинками. песками;
- щебенистые грунты с заполнителями супесью и суглинком различной консистенции;
- скальные и полускальные грунты- сланцы от низкой прочности до средней прочности.

Участок расположен в зоне развития островной мерзлоты. Температура многолетнемерзлых грунтов на глубине нулевых амплитуд колебаний температуры 10,0 м на участке изысканий изменяется в пределах минус 0,3 - минус 1,0 0С.

Кровля многолетнемерзлых грунтов залегает в интервалах глубин 2,6 - 11,8 м. Категория сложности инженерно-геологических условий - II (средней сложности).

В таблице 1.7 приведены значения физико-механических свойств грунтов площадки размещения сооружений.



Таблица 1.7 - Сводная таблица физико-механических свойств грунтов

№ Инженерно-геологического элемента	Наименование грунта ГОСТ 25100-2011	Группа грунта по разработке по ГОСТ-Н-2001, В, 4 п. 1.1	Граница текучести, W _L , %	Граница раскатывания, W _p , %	Число пластичности, Ip, дел	Естественная влажность частей размером более 2 мм, W _н , %	Естественная влажность частей размером менее 2 мм, W _м , %	Естественная влажность, W _н , %	Показатель текучести, I _p	Плотность, ρ, г/см³	Плотность сухого грунта, ρ _с , г/см³	Плотность частиц грунта, ρ _с , г/см³	Коэффициент водонасыщения, S _r	Коэффициент пористости, e	Пористость, n, %	Засыленность, %	Степень разложения, D _н , %	Относительное содер. органических веществ, k, %	Коэффициент истинности, K ₀ , де.	Р _ж в воз. сухом состоянии, МПа	Р _ж в водонасыщенном состоянии, МПа	Коэффициент размягчаемости	Коэффициент выветрелости	Коэффициент филагации, K _ф , м/сут	Плотность, ρ, г/см³			Удельное сцепление C, кПа			Угол внутреннего трения φ, град			Модуль деформации, E, МПа	Расчетное сопротивление, R ₀ , МПа
																								нормативное	по деформациям (α=0.05)	по несущей способности (α=0.35)	нормативное	по деформациям (α=0.05)	по несущей способности (α=0.35)	нормативное	по деформациям (α=0.05)	по несущей способности (α=0.35)			
ИГЭ-а7пл	Супесь песчанистая, с галькой, пластичная.	36е	21.0	15.9	5.1		17.2	17.2	0.25	1.91	1.63	2.68	0.72	0.650	39.35	0.05							0.21	1.91	1.90	1.89	15	15	10	27	27	23	16	270	
ИГЭ-а7мк	Супесь песчанистая, с галькой, текучая.	36е	20.7	15.5	5.1		22.2	22.2	1.28	1.93	1.58	2.68	0.85	0.697	41.08	0.05							0.56	1.93			10	10	7	13	13	11	12.5	100	
ИГЭ-а17мг	Суглинок легкий, песчанистый, с галькой, тугопластичный.	35е	28.2	19.0	9.2		22.5	22.5	0.39	1.95	1.59	2.70	0.69	0.700	41.13	0.06							0.07	1.95	1.94	1.94	25	25	17	21	21	18	16	240	
ИГЭ-а52ен	Песок аравелитый средней плотности, водонасыщенный.	35е						26.5		2.12	1.68	2.66	1.20	0.587	37.01								60.06	2.12			1	1	1	40	40	36	40	500	
ИГЭ-а52сс	Песок аравелитый средней плотности, средней степени водонасыщения.	29е						16.1		1.95	1.68	2.66	0.73	0.584	36.88	0.05							65.38	1.95	1.94	1.93	1	1	1	40	40	36	40	500	
ИГЭ-а60сс	Песок средней крупности средней плотности, средней степени водонасыщения.	29е						13.5		1.85	1.63	2.66	0.57	0.632	38.72	0.03							15.00	1.85			1	1	1	35	35	32	30	400	
ИГЭ-а66сс	Песок пылеватый средней плотности, средней степени водонасыщения.	29е						14.7		1.86	1.62	2.66	0.62	0.645	39.20	0.04							0.38	1.86	1.85	1.85	4	4	3	30	30	27	18	150	
ИГЭ-а69мл	Валунистый грунт с суглинком мелкопластичным до 20%, грунт средней степени водонасыщения. Валуны средней прочности, средневыветрелые.	6е	28.7	18.8	9.9	8.4	25.1	10.7	0.63	2.19	1.98	2.70	0.79	0.365	26.75			0.25				0.69	0.67	2.19			3	3	2	26	26	23	28		
ИГЭ-а74пл	Галечниковый грунт с супесью пластичной до 35%, грунт средней степени водонасыщения. Галька прочная.	66	22.6	17.7	4.9	5.9	18.9	9.7	0.26	2.11	1.92	2.68	0.68	0.399	28.50	0.03		0.12					0.62	2.11	2.10	2.09	7	7	5	30	30	26	43	400	
ИГЭ-а74мк	Галечниковый грунт с супесью текучей до 35%, грунт насыщенный водой. Галька прочная.	66	21.3	16.4	4.9	8.6	23.1	12.7	1.38	2.16	1.92	2.68	0.86	0.399	28.51	0.05		0.11					0.70	2.16			1	1	1	30	30	26	12	400	
ИГЭ-а75мл	Галечниковый грунт с суглинком мелкопластичным 35%, грунт средней степени водонасыщения. Галька прочная.	66	32.7	18.1	14.6	4.7	26.7	11.6	0.59	2.12	1.90	2.70	0.75	0.422	29.67	0.04		0.11					0.06	2.10	2.09	2.09	6	6	4	27	27	23	23	400	
ИГЭ-а75мг	Галечниковый грунт с суглинком тугопластичным до 35%, грунт средней степени водонасыщения. Галька прочная.	66	31.5	18.7	12.9	6.9	22.7	11.3	0.32	2.12	1.91	2.70	0.71	0.412	29.15	0.05		0.11					0.07	2.12	2.12	2.12	9	9	6	29	29	25	36	450	
ИГЭ-а78Кен	Галечниковый грунт с песком крупным до 35%, грунт водонасыщенный. Галька прочная.	66						13.6		2.24	1.97	2.66	1.00	0.349	25.87			0.10					31.43	2.24			1	1	1	40	40	36	40	600	
ИГЭ-а78Ксс	Галечниковый грунт с песком крупным до 35%, грунт средней степени водонасыщения. Галька прочная.	66						7.9		2.13	1.98	2.66	0.60	0.345	25.63	0.05		0.10					49.55	2.13	2.12	2.11	1	1	1	40	40	36	40	600	
ИГЭ-а78Пен	Галечниковый грунт с песком пылеватым до 35%, грунт водонасыщенный. Галька прочная.	66						12.6		2.18	1.94	2.66	0.90	0.374	27.20	0.04		0.12					0.77	2.18			1	1	1	40	40	36	40	600	
ИГЭ-а78Псс	Галечниковый грунт с песком пылеватым до 35%, грунт средней степени водонасыщения. Галька прочная.	66						9.4		2.12	1.94	2.66	0.69	0.374	27.19	0.07		0.10					0.73	2.12	2.11	2.10	1	1	1	40	40	36	40	600	
ИГЭ-д13пл	Супесь пылеватая с дресвой до 25%, пластичная.	36е	24.4	18.5	6.0	10.3	21.5	19.4	0.49	1.83	1.53	2.70	0.68	0.766	43.31	0.04							0.19	1.83	1.81	1.79	11	11	7	21	21	18	10	180	
ИГЭ-д23ме	Суглинок тяжелый песчанистый, с щебнем до 25%, тугопластичный.	35е	30.3	16.5	13.8		22.3	22.3	0.43	1.96	1.60	2.70	0.87	0.687	40.69	0.06							0.06	1.96	1.95	1.94	28	28	19	22	22	19	19	240	
ИГЭ-д76пл	Щебенистый грунт с супесью пластичной до 35%, грунт средней степени водонасыщения. Щебень малопроchnый, сильновыветрелый.	416	24.5	19.3	5.2	6.9	20.5	11.0	0.23	2.12	1.92	2.68	0.71	0.398	28.47	0.05		0.35					0.32	2.12	2.11	2.11	15	15	10	45	45	39	34	450	
ИГЭ-д76ме	Щебенистый грунт с супесью твердой до 35%, грунт малой степени водонасыщения. Щебень малопроchnый, сильновыветрелый.	416	21.2	16.6	4.6	4.89	13.3	7.2	-0.76	2.14	1.98	2.68	0.59	0.351	25.98	0.04		0.34					0.10	2.14	2.13	2.13	26	26	17	46	46	40	44	450	
ИГЭ-д76мк	Щебенистый грунт с супесью текучей до 35%, грунт водонасыщенный. Щебень малопроchnый, сильновыветрелый.	416	21.6	17.1	4.5	10.77	26.6	15.6	2.2	2.19	1.89	2.70	0.99	0.43	29.83	0.06		0.32					0.45	2.19			3	3	2	45	45	39	10	400	
ИГЭ-д77мл	Щебенистый грунт с суглинком мелкопластичным до 35%, грунт средней степени водонасыщения. Щебень малопроchnый, средневыветрелый.	416	27.3	17.7	9.6	7.4	23.7	11.7	0.62	2.11	1.89	2.70	0.74	0.426	29.83	0.04		0.36					0.65	1.28	2.11	2.11	2.10	9	9	6	43	43	37	21	400
ИГЭ-д77ме	Щебенистый грунт с суглинком тугопластичным до 35%, грунт средней степени водонасыщения. Щебень малопроchnый, средневыветрелый.	416	28.1	16.9	11.2	6.2	20.4	10.1	0.32	2.11	1.92	2.70	0.67	0.407	28.89	0.04		0.35					0.63	0.07	2.11	2.11	2.10	17	17	11	43	43	37	28	450
ИГЭ-д79Кмс	Щебенистый грунт с песком крупным до 35%, грунт малой степени водонасыщения. Щебень малопроchnый, средневыветрелый.	416						2.8		2.12	2.07	2.66	0.15	0.286	22.23	0.05		0.35					0.60	28.70	2.12	2.11	2.10	1	1	1	40	40	36	40	600
ИГЭ-д79Пмс	Щебенистый грунт с песком пылеватым до 35%, грунт малой степени водонасыщения. Щебень малопроchnый, средневыветрелый.	416						5.5		2.18	2.08	2.66	0.44	0.280	21.89	0.05		0.32					0.85	2.18			1	1	1	40	40	36	40	600	
ИГЭ-д82ме	Дресвяный грунт с супесью до 40% твердой, грунт малой степени водонасыщения.	14	20.4	16.8	3.6		16.0	16.0	-0.19	2.09	1.79	2.70	0.89	0.510	33.78	0.02							0.09	2.09			24	24	16	42	42	37	36	400	
ИГЭ-е66ен	Песок пылеватый средней плотности, водонасыщенный.	29е						26.4		1.19	0.94	2.66	0.23	1.824	64.59								0.63	1.90			39	39	26	24	24	22	21	400	
ИГЭ-е70пл	Глибовый грунт с супесью пластичной до 30%, грунт средней степени водонасыщения. Глибы средней прочности, средневыветрелые.	6е	23.9	18.8	5.1	5.1	21.2	9.1	0.47	2.30	2.10	2.68	0.56	0.275	21.56			0.25					0.10	2.30	2.29	2.28	8	8	5	42	42	38	30		
ИГЭ-сп108сп	Сланец средней прочности, размягчаемый, средневыветрелый, среднетрещиноватый	33е						2.8		2.45	2.38	2.74		0.120	10.7				44.31	36.01	0.81	0.87		2.45	2.44	2.44									
ИГЭ-сп109мл	Сланец малопроchnый, размягчаемый, средневыветрелый, сильнотрещиноватый	33е						5.1		2.36	2.25	2.74		0.219	18.0				22.06	9.89	0.49	0.82		2.36	2.36	2.35									
ИГЭ-сп109нп	Сланец низкой прочности, размягчаемый, сильновыветрелый, сильнотрещиноватый	33в						10.5		2.08	1.88	2.74		0.459	31.4				4.62	2.05	0.45	0.69		2.08	2.07	2.07									

1. Физико-механические свойства грунтов даны по лабораторным данным.
2. Нормативные и расчетные значения ИГЭ-сп109нп, сп109мл, сп108сп даны на основе статистической обработки лабораторных анализов, согласно ГОСТ 20522-12
3. Нормативные значения С, У, Е даны: для сугликов по СП 22.13330.2011 тб. Б2, Б3, прил.Б, для песков и крупнообломочных с песчаным заполнителем тб.Б1, для крупнообломочных с глинистым заполнителем по Методике ДальНИИС 1989г, для ИГЭ-е66ен тб. Б. Б. 6.
4. Расчетные значения приведены с учетом п. 5.3.18 СП 22.13330.2011
5. Расчетное сопротивление - по СП 22.13330.2011, прил. В, табл. 1, 2, 3, 7.

1. Физические свойства грунтов даны по лабораторным данным.
2. Нормативные значения C, γ, E даны по СП 22.13330.2011 прил.Б, таб.Б.2, Б.3 для глинистых грунтов; для песков и крупнообломочных грунтов с песком по таб. Б.1; для крупнообломочных по Методике ДальНИИС, для текучей супеси и суглинка текучепластичного по "Пособию по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах" к СНиП 2.05.02-85, табл.П7.
3. Расчетные значения показателей C, γ, E приведены с учетом п.5.3.18 СП 22.13330.2011
4. Расчетное сопротивление - по СП 22.13330.2011, прил. В, табл. 1, 2, 3
5. Теплофизические характеристики даны по СНиП 25.13330.2012
6. Классификация льдистости мерзлых грунтов принята по ГОСТ 25100-2011

№ Инженерно-геологического элемента	Наименование грунта ГОСТ 25100-11	Группа грунта по разработке по ГЗСН-2001, В_4 м. 1-1	Мерзлые												После оттаивания																								Кэффициент сжимаемости	Кэффициент оттаивания					
			Плотность частиц грунта, ρ_s г/см3	Плотность мерзлого грунта, ρ_t г/см3	Плотность скелета мерзлого грунта, ρ_{df} г/см3	Кэффициент пористости мерзлого грунта, e_f	Влажность суммарная, $W_{\text{сум}}$, д.е.	Влажность за счет замерзшей воды, W_w , д.е.	Льдистость		Относительная осадка мерзлого грунта, b	Теплопроводность грунта, λ , Вт/(м °C)		Объемная теплоемкость грунта, ккал/(м.ч.град)		Температура мерзлого грунта, t_0 °C	Засоленность %, $D_{\text{зас}}$	Относительное содер. органических веществ, I_r , д.ед.	Температура начала замерзания грунта, $t_{\text{нз}}$, °C	Плотность талого грунта, ρ , г/см3	Плотность скелета талого грунта $\rho_{\text{ск}}$, тн г/см3	Влажность природная, W , д.е.	Кэффициент водонасыщения S , д.е.	Кэффициент пористости талого грунта, e , д.е.	Пористость талого грунта, n %	Влажность на границе текучести, W_L д.е.	Влажность на границе раскатывания, W_p д.е.	Пластичность число пластичности, I_p д.е.	Показатель текучести, I_z	Кэффициент истираемости	Кэффициент выветрелости	Плотность грунта , ρ_t г/см3			Удельное сцепление C , кПа			Угол внутреннего трения φ , град			Модуль деформации, E МПа	Расчетное сопротивление R_0 , кПа			
									суммарная, $i_{\text{сум}}$	видимых включений льда, i_l д.е.		$\lambda_{\text{тн}}$	λ_l	$C_{\text{тн}}$	C_l																	нормативное	по деформациям ($a=0.85$)	по несущей способности ($a=0.95$)	нормативное	по деформациям ($a=0.85$)	по несущей способности ($a=0.95$)	нормативное					по деформациям ($a=0.85$)	по несущей способности ($a=0.95$)	
ИГЭ-ма7мк	Супесь песчанистая с галькой, твердомерзлая, льдистая, массивной криотекстуры, при оттаивании текучая.	5е	2.68	1.83	1.40	0.920	0.314	0.091	0.346	0.262	0.25	1.75	1.99	3060	2363	-0.59	0.03	0.00	-0.15	1.89	1.44	0.314	0.97	0.867	46.41	0.24	0.19	4.80	2.67				1.89	1.88	1.87	0	0	0	14	14	12	12.5		0.006	0.247
ИГЭ-ма7пл	Супесь песчанистая с галькой, твердомерзлая, слабодистая, массивной криотекстуры, при оттаивании пластичная.	5е	2.68	1.90	1.61	0.661	0.176	0.075	0.182	0.094	0.08	1.55	1.72	2564	2205	-0.65	0.09	0.00	-0.15	1.93	1.64	0.176	0.74	0.637	38.90	0.21	0.16	4.71	0.39				1.93	1.92	1.91	13	13	9	24	24	21	16	225	0.005	0.075
ИГЭ-ма21мп	Суглинок легкий, пылеватый, пластичномерзлый, слабодистый, массивной криотекстуры, при оттаивании текучепластичный	5е	2.71	1.80	1.38	0.969	0.310	0.137	0.265	0.179	0.16	1.48	1.59	3117	2581	-0.56	0.04	0.00	-0.23	1.84	1.41	0.310	0.91	0.927	48.09	0.32	0.21	10.66	0.90				1.84	1.84	1.83	10	10	7	13	13	11	12.5	100	0.006	0.153
ИГЭ-ма52сс	Песок гравелистый, твердомерзлый, слабодистый, массивной криотекстуры, при оттаивании, средней плотности, средней степени водонасыщения.	5е	2.66	1.82	1.60	0.663	0.136	0.000	0.242	0.287	0.29	1.69	1.95	2131	1661	-0.56	0.04	0.00	-0.10	1.85	1.63	0.136	0.57	0.631	38.66								1.85	1.84	1.84	1	1	1	38	38	33	30	500	0.003	0.290
ИГЭ-ма52вен	Песок гравелистый, твердомерзлый, льдистый, массивной криотекстуры, при оттаивании средней плотности, водонасыщенный.	5е	2.66	1.91	1.55	0.712	0.231	0.000	0.398	0.405	0.42	2.37	2.37	2723	1925	-0.46	0.04	0.00	-0.10	1.97	1.60	0.231	0.93	0.658	39.67								1.97	1.96	1.95	1	1	1	38	38	33	30	500	0.003	0.416
ИГЭ-ма66сс	Песок пылеватый, твердомерзый, слабодистый, массивной криотекстуры, при оттаивании средней плотности, средней степени водонасыщения.	5е	2.66	1.82	1.60	0.667	0.141	0.000	0.251	0.294	0.30	1.73	1.65	2162	1674	-0.48	0.04	0.00	-0.10	1.86	1.63	0.141	0.59	0.633	38.76			0.00					1.86	1.85	1.85	4	4	3	30	30	27	18	150	0.004	0.296
ИГЭ-ма66вен	Песок пылеватый, твердомерзый, льдистый, массивной криотекстуры, при оттаивании средней плотности, водонасыщенный.	5е	2.66	1.91	1.53	0.736	0.246	0.000	0.419	0.421	0.43	1.88	2.49	2793	1948	-0.39	0.04	0.00	-0.10	1.98	1.59	0.246	0.96	0.678	40.36					0.00	0.00		1.98	1.96	1.96	4	4	3	30	30	26	18	150	0.004	0.430
ИГЭ-ма74мк	Галечниковый грунт с суглинком до 35%, твердомерзлый, корковой криотекстуры, льдистый, при оттаивании суглинок текучий, грунт насыщенный водой. Галька прочная	5е	2.70	2.10	1.81	0.492	0.161	0.000	0.324	0.226	0.09	2.38	2.77	2635	1976	-0.47	0.05		-0.10	2.16	1.87	0.161	0.98	0.447	30.83	0.30	0.19	11.3	1.11				2.16	2.15	2.15	2	2	1	27	27	23	10	400	0.008	0.085
ИГЭ-ма75ме	Галечниковый грунт с суглинком до 35%, твердомерзлый, слабодистый, корковой криотекстуры, при оттаивании суглинок тугопластичный, грунт средней степени водонасыщенния.	5е	2.70	2.06	1.85	0.457	0.112	0.000	0.229	0.143	0.06	1.98	2.28	2273	1828	-0.65	0.05		-0.10	2.10	1.89	0.112	0.70	0.430	30.07	0.25	0.18	7.8	0.36				2.10			7	7	5	28	28	24	35	450	0.002	0.056
ИГЭ-ма78Кен	Галечниковый грунт с песком крупнымм до 35%, твердомерзлый, корковой криотекстуры, льдистый, при оттаивании водонасыщенный. Галька прочная.	5е	2.66	2.10	1.84	0.446	0.143	0.000	0.287	0.293	0.06	2.23	2.59	2516	1937	-0.47	0.03	0.00	-0.10	2.15	1.88	0.143	0.90	0.413	29.22								2.15	2.14	2.14	1	1	1	40	40	35	40	600	0.002	0.058
ИГЭ-ма78Псс	Галечниковый грунт с песком пылеватым до 35%, твердомерзлый, корковой криотекстуры, слабодистый, при оттаивании средней степени водонасыщенния. Галька прочная.	5е	2.66	2.09	1.93	0.376	0.078	0.000	0.168	0.188	0.04	0.92	1.04	2485	2156	-0.49	0.04	0.00	-0.23	2.11	1.96	0.078	0.58	0.357	26.30								2.11	2.11	2.10	1	1	1	40	40	35	40	600	0.002	0.036
ИГЭ-ма78Пвен	Галечниковый грунт с песком пылеватым до 35%, твердомерзлый, корковой криотекстуры, льдистый, при оттаивании водонасыщенный. Галька прочная.	5е	2.66	2.09	1.89	0.409	0.104	0.000	0.218	0.235	0.05	1.11	1.28	2639	2210	-0.65	0.04	0.00	-0.23	2.12	1.92	0.104	0.72	0.384	27.75								2.12	2.11	2.09	1	1	1	40	40	35	40	600	0.002	0.046
ИГЭ-ме79Псс	Щебенистый грунт с песком пылеватым до 20%, твердомерзлый, слабодистый, массивно-корковой криотекстуры, средней степени водонасыщения (злювий). Щебень малопрочный, средневыветрелый.	5е	2.66	2.14	2.00	0.333	0.074	0.000	0.164	0.179	0.04	1.68	1.91	2129	1809	-0.43	0.03		-0.10	2.17	2.02	0.074	0.62	0.315	23.96						0.36	0.63	2.17	2.17	2.16	1	1	1	40	40	35	40	600	0.002	0.034

1.7 Геологические процессы

Инженерно-геологические процессы, в связи с отсутствием или незначительностью техногенных воздействий, а также устойчивости к ним геологической среды, на данной территории не проявлены.

Геологические процессы и явления представлены морозным пучением, подтоплением и сейсмичностью.

Морозное пучение грунтов на данной территории, в большей степени обусловлено особенностями климатических условий. Климат территории резко континентальный. Среднегодовая температура воздуха составляет минус 5,6 °С. Период с отрицательными среднемесячными температурами воздуха продолжается семь месяцев, с октября по апрель, с суровыми продолжительными морозами.

Подтопление участка изысканий подземными водами

К подтопленным отнесены участки с залеганием подземных вод или водонасыщенных грунтов (текучие супеси) на глубине менее 2 м. Выявлено три участка в пределах чаш гидротехнических сооружений, в тальвеговой части долины р. Бол. Безымянка. Площадь участков составляет от 0,027 до 0,049 км², что составляет 2,2% от общей площади. Подземные воды вскрываются на глубине 0,5 – 1,9 м. Горизонт напорно-безнапорный, действует круглый год. Водовмещающие грунты представлены, галечниковым грунтом с песком крупным (ИГЭ а78/Квн) мощностью 0,4-10,0 м.

В целом, в соответствии со СНиП 22-01-95, при менее 50 % пораженности территории, категория опасности процесса – умеренно опасные.

Сейсмичность

По результатам комплексных исследований построены карты-схемы сейсмического микрорайонирования площадки Хвостового хозяйства ГОК "Угахан" в масштабе 1:2 000, отражающие расчетную интенсивность I_{msk} сейсмических сотрясений в баллах шкалы MSK-64.

Таблица 1.8 – Значения сейсмичности для площадки хвостового хозяйства

Площадка	Расчетная интенсивность сотрясений в баллах шкалы MSK-64 с периодами повторяемости		
	T=500 лет	T=1000 лет	T=5000 лет
Хвостовое хозяйство ГОК "Угахан"	6	6	7

Склоновые процессы. Согласно СП 11-105-97 Часть II п.4.1. Территория изысканий не относится оползне-опасным и обвало-, осыпе- опасным склонам. В процессе рекогносцировочного обследования, склоны на которых происходили, или возможно развитие оползней, обвалов, осыпей не обнаружены.

Селевые потоки. Селевые потоки в пределах рассматриваемой территории не отмечаются (район не относится к селеопасным). Все проектируемые объекты расположены в верховьях горных массивов, что исключает накопление осадочных отложений и дальнейшее селеобразование.



2 Действующая на предприятии система складирования хвостов, системы и сооружения

Складирование хвостов гравитационного обогащения руды осуществляется в две последовательно вводимые в эксплуатацию секции плотинного (наливного) хвостохранилища овражного типа, расположенные в долине р. Б. Безымянка. В настоящее время завершается эксплуатация секции №2 хвостохранилища, выполняются строительные работы по устройству дамбы секции №2 и монтаж сетей гидротранспорта.

Чаши секций № 1 и № 2 хвостохранилища образованы посредством перегораживания долины р. Б. Безымянка каменно-земляными дамбами (плотинами) № 1 и № 2 постепенного возведения максимальной высотой 64,7 м. Класс опасности складировемых хвостов – 5 (пятый). Дамбы отсыпаны скальным грунтом вскрыши карьера.

Русло р. Б. Безымянка перемещено на правый борт долины посредством строительства руслоотводного канала, который заканчивается в бытовом русле реки ниже плотины водохранилища.

Подача хвостовой пульпы в хвостохранилище с ЗИФ осуществляется под гидростатикой по самотечному пульповоду, распределение – по распределительному пульповоду на пляж со стороны мокрого откоса дамбы. Заполнение хвостохранилища в теплый период осуществляется от дамбы рассредоточенным выпуском пульпы на пляж. В зимний период производится сосредоточенный выпуск пульпы под лед. Слив пульпы осуществляется на пляж, размещаемый вдоль верхового откоса дамб через сливные патрубки распределительного участка пульповода. Заполнение хвостохранилища осуществляется от дамбы к его вершине.

Хвосты гравитации подаются в хвостохранилище по трубопроводу из стальных труб, прокладываемых наземно (надземно). Прокладка магистрального пульповода выполнена из трубы диаметром 630×8 мм. На линии предусмотрены аварийные сбросы в секции хвостохранилища через 400-500 м диаметром 219×6 мм на случай ремонта пульпопровода.

Отметка выхода хвостов с фабрики – 1048,60 м, пульпа от магистрального пульповода подается в распределительный пульповод диаметром 630×8 мм, проложенный по гребню дамбы. Заполнение хвостохранилища в теплый период осуществляется от дамбы рассредоточенным выпуском пульпы на пляж. В зимний период производится сосредоточенный выпуск пульпы под лед.

Пульповоды проложены с однозначным уклоном в сторону хвостохранилища хвостов гравитация. Опорожнение пульповодов при остановке фабрики производится в соответствующие секции хвостохранилища.

Подача отстоявшейся оборотной воды из прудка-отстойника хвостохранилища на площадку ЗИФ осуществляется посредством плавающей насосной станции по напорному трубопроводу.

Насосная станция оборудуется двумя рабочими и одним резервным насосами марки ЦН 1000-180а-3 производительностью $Q=900 \text{ м}^3/\text{ч}$ напором 157 м, с электродвигателем мощностью $N=500 \text{ кВт}$, $n=1500 \text{ об/мин}$, напряжение 6000 В.

Подача осветлённой воды из водохранилища предусматривается по двум трубопроводам с электрообогревом в зимний период диаметром 630×8 мм (1 - рабочий, 1 - резервный) от ПНС №2.1 до резервуара оборотной воды площадки ЗИФ. Резервный трубопровод в зимний период не обогревается. Протяжённость сетей составляет 1660 м.



В составе хвостового хозяйства предусмотрено отдельное водохранилище, предназначенное для аккумуляции воды на период запуска ЗИФ и для компенсации потерь воды из хвостохранилища в процессе эксплуатации (на заполнение пор хвостовых отложений, испарение, фильтрационные потери) в зимний период. Кроме того, оно собирает весь поверхностный фильтрат дамб хвостохранилища.

Водоохранилище образовано посредством перегораживания долины руч. Б. Безымянка каменно-земляной дамбой максимальной высотой 25,1 м. Класс дамб – III (третий) ниже по долине от секции №2 хвостохранилища. Подача воды из водохранилища на ЗИФ осуществляется по напорному водоводу, прокладываемому по гребню дамбы посредством плавающей насосной станции ПНС № 1, устанавливаемой в нижней части водохранилища у мокрого откоса дамбы.

Насосная станция оборудуется двумя рабочими и одним резервным насосами марки ЦНС 500-240 производительностью $Q=500 \text{ м}^3/\text{ч}$, напором 240 м, с электродвигателем мощностью $N=630 \text{ кВт}$, $n=1500 \text{ об/мин}$, напряжение 6000 В.

Подача технической воды из водохранилища осуществляется по одному трубопроводу $D=530 \times 8 \text{ мм}$ (с электрообогревом в зимний период) от ПНС №1 до т.1 длиной 891 м и далее $D=630 \times 8 \text{ мм}$ длиной 2161 м в резервуар оборотной воды, устанавливаемой на площадке склада исходной руды ЗИФ.

При разработке технических решений по строительству секции №3 хвостохранилища предусматривается максимально возможное использование существующих систем и коммуникаций.



3 Технологические данные

В результате переработки руды на золотоизвлекательной фабрике (ЗИФ) получают хвосты гравитации, которые по мере заполнения действующих хвостохранилищ будут складироваться в проектируемое хвостохранилище, секция 3.

Хвосты гравитации, направляемые на складирование, относятся к V классу опасности для окружающей среды.

Транспортировку хвостов в хвостохранилище предполагается осуществлять гидравлическим транспортом по пульпопроводам, подключаемым к существующим сетям в месте их прокладки на завершающем этапе эксплуатации хвостохранилища секции №2.

В хвостохранилище происходит разделение пульпы на твердую и жидкую фазы. Жидкая фаза после осветления отстаиванием перекачивается по системе оборотного водоснабжения на ЗИФ. Таким образом достигается замкнутый цикл водоснабжения ЗИФ с минимально необходимой подпиткой из других источников водоснабжения.

Исходные данные по режиму работы фабрики и выходу хвостов приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Исходные технологические данные по режиму работы ЗИФ и выходу хвостов

№	Наименование величин	Ед. изм.	Количество
1	Регламент работы ЗИФ (2 смены × 12 часов в сутки)	сут/год	340
		час/год	8160
2	Проектный срок складирования	год	6
3	Выход хвостов (Т)	тыс. т/ год	4000
		т/ч	490
5	Удельный вес твердого (ρ_s)	т/м ³	2,65
6	Отношение Т:Ж (по весу)		1:4,55
7	Плотность пульпы	т/м ³	1,16
8	Расход пульпы	м ³ /с	0,671
		м ³ /ч	2415,6
		м ³ /сут	57974,4
9	Гранулометрический состав твердого -0,20+0,1 мм -0,1+0,071 мм -0,071	%	5,6
			12,40
			82
10	Вода с хвостами	м ³ /сут	53529,4
		м ³ /ч	2230,4
		м ³ /с	0,62
11	Твёрдое с хвостами	т/сут	11764,7
		т/ч	490,2
12	Необходимый расход оборотной воды для производственных нужд ЗИФ	м ³ /сут	48000,0
		м ³ /год	15840000,0
13	Пористость хвостов в хранилище (сред.)*	%	43
14	Объемный вес хвостов в хранилище*	т/м ³	1,51

4 Сведения о технологических решениях по хвостовому хозяйству и оборотному водоснабжению

4.1 Хвостохранилище

Рассмотрены две площадки размещения хвостохранилища Секция 3 с целью возможности сравнительного анализа и принятия решения о размещении.

Вариант №1. Хвостохранилище секция 3 в долине р. Бол. Безымянка ниже по долине от водохранилища.

Данный вариант рассматривался как основной ввиду его технологической близости к основному производству, изученности долины р. Бол. Безымянка и опыта строительства и эксплуатации секций 1 и 2 хвостохранилища.

Вариант №2. Хвостохранилище в верховьях долины левого притока р. Бол. Безымянка на водораздельном участке которого располагается отвал пустых пород.

Данный вариант выбран к рассмотрению в связи с близостью к отвалу пустых пород Северный, которые являются основным строительным материалом ограждающей дамбы, а также не критичного удаления от основного производства с сохранением высотных перепадов для условия самотечного гидротранспорта.

На рисунке 4.1 и ситуационном плане на листе 1 графических приложений приведен план расположения рассматриваемых вариантов относительно основных производственных площадок предприятия.

Тип хвостохранилища для вариантов №1 и №2 принят аналогично эксплуатируемым секциям №1, №2 хвостохранилищ предприятия – овражное, плотинного (наливного) типа.

Хвостохранилище постепенного возведения, ограждающая дамба наращивается на низовой откос. Первоначально строится дамба 1 очереди (пионерная дамба) с целью снижения капитальных затрат на начальном этапе отработки месторождения, а также с временным фактором строительства, после начала эксплуатации производятся работы по наращиванию дамбы в соответствии с графиком заполнения и эксплуатации. Высота пионерной дамбы принята из условия создания емкости хвостохранилища достаточной для складирования хвостов в течении 2 лет работы.

В соответствии с Федеральным законом от 30.12.2009 №384-ФЗ, проектируемое хвостохранилище является сооружением повышенного (I) уровня ответственности.

Для хвостохранилища определены следующие основные параметры. Годовой выход хвостов с ЗИФ составляет 4000,0 тыс.тонн. Годовой объем отвальных хвостов, складироваемых в хвостохранилище составит 2648,13 тыс.м³/год, объем твердой фазы - 1509,43 тыс.м³/год (4000,0 тыс.тонн). Плотность минеральных частиц хвостов (удельный вес) твердого составляет $\rho_s = 2,65 \text{ т/м}^3$. Объемная плотность хвостовых отложений в хвостохранилище (объемный вес скелета грунта) с учетом средней пористости хвостов в хранилище 47% составит $\rho_d = 1,4045 \text{ т/м}^3$. Коэффициент заполнения хвостохранилища принят $k = 0,80$. Тогда, необходимая годовая емкость хвостохранилища составит не менее $(4000,0 : 1,4045) : 0,80 = 3559,98 \approx 3560,0 \text{ тыс.м}^3$.

Геометрическая емкость хвостохранилища составляет 23000,0 тыс.м³, позволит складировать хвосты ЗИФ в течении 6,5 лет. Общая масса заскладированных хвостов за весь срок эксплуатации хвостохранилища составит: 26000,0 тыс.тонн.

Данные по объему хвостохранилища и складированию хвостов при разработке проектной документации будут скорректированы на основании данных физ.мех. свойств хвостов в частности данных о пористости хвостов и объемном весе.



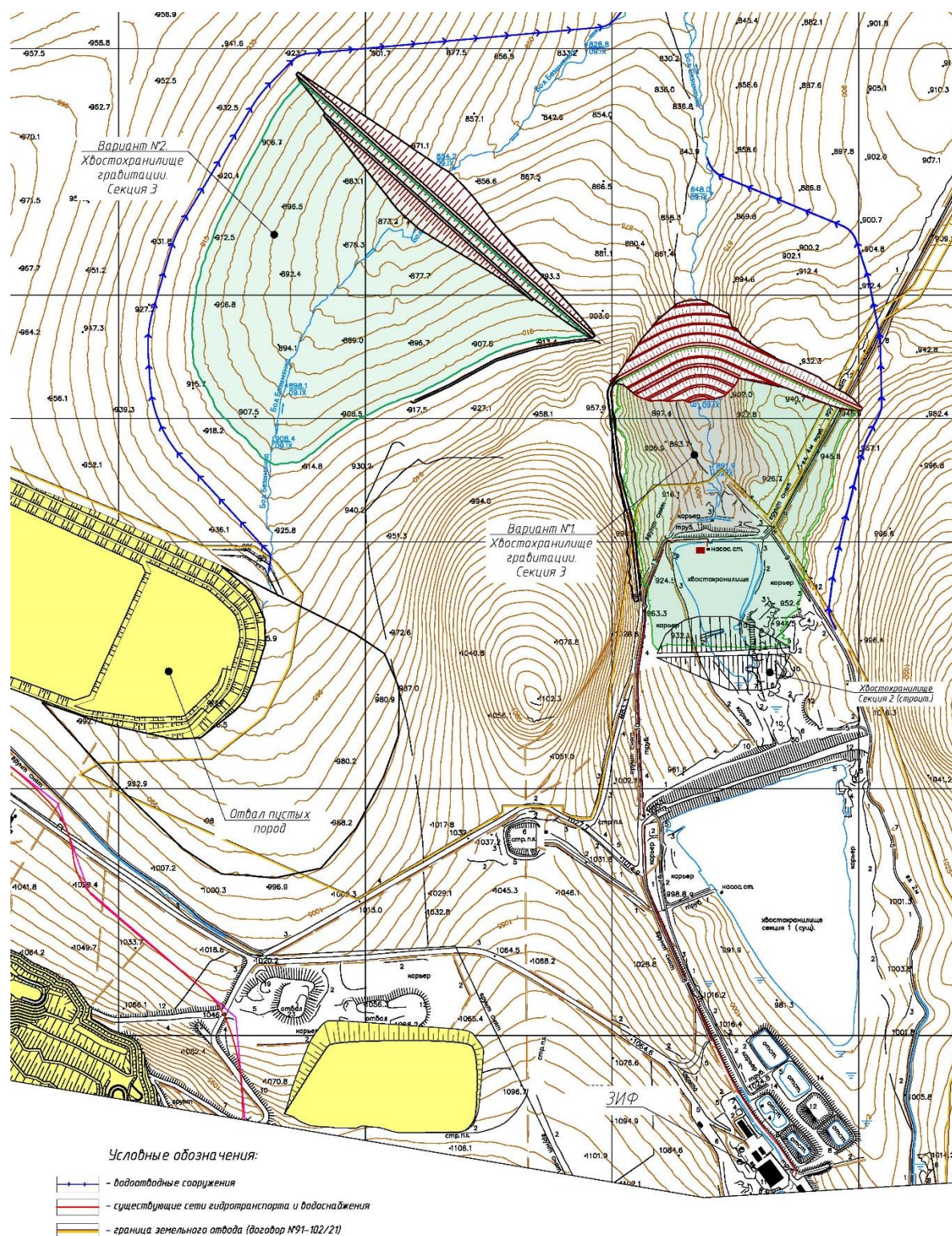


Рисунок 4.1 – Ситуационный план. Варианты размещения хвостохранилища. Секция 3.

Исходя из приведенных данных по складированию хвостов высота пионерной дамбы принимается из условия создания емкости геометрическим (полезным) объемом не менее 7200,0 тыс.м³.

Ложе хвостохранилища

Работы по обустройству ложа хвостохранилища предусматривают работы по срезке почвенно-растительного грунта, мха, торфа.

По результатам инженерно-геологических изысканий будет определена возможность использования и количество грунтов из ложа хвостохранилища для строительства ограждающей дамбы.

Основываясь на результатах инженерно-геологических изысканий для разработки проектной документации по секциям №1, №2 хвостохранилища и водохранилища, работа 34/15-ИГИ2.1.1 выполненных ООО "Байгео" в 2016 г., возможно примерно оценить инженерно-геологические условия основания хвостохранилища по Варианту №. размещения в долине р. Б. Безымянка ниже створа водохранилища. Выдержки из отчета 34/15-ИГИ2.1.1 приведены в главе 1.

Характерными особенностями геологического разреза являются:

- сложное наслоение четвертичных отложений различных по составу и характеристикам грунтов;
- значительная глубина залегания кровли скальных грунтов и кровли многолетнемерзлых грунтов;
- значительное обводнение грунтов основания, большей частью приуроченное к таликовой зоне в тальвеге долины. Наличие гидравлической связи между различными горизонтами подземных вод.

В связи с обозначенными особенностями основания хвостохранилища возникает необходимость в дополнительных инженерных исследованиях и мероприятиях по предотвращению загрязнения подземных вод в соответствии с требованием СП 127.13330.2023 "Объекты размещения отходов производства. Основные положения по проектированию".

Таковыми мероприятиями, например, могут служить полная гидроизоляция ложа хвостохранилища из геосинтетических материалов; система водопонижения с дренажной системой в основании ложа хвостохранилища; система перехвата и возврата дренажных вод за пределами хвостохранилища; инъекционные завесы и другие мероприятия в зависимости от фактических гидрогеологических условий.

Долина левого притока р. Б. Безымянка, принятая для размещения хвостохранилища по Варианту №2, не изучена. Хвостохранилище принято расположить в верховьях долины в непосредственной близости к истоку с учетом его водоохраной зоны. Предполагается, что данное местоположение более подходящее по гидрогеологическим условиям, так как вероятность высокого расположения водоносных горизонтов в верховьях значительно ниже, как и наличие таликов, и их водообильность.

Ограждающая дамба

Дамба хвостохранилища – возводится очередями.

Конструкция дамбы каменно-земляная, насыпная, талая с противодиффузионным экраном из грунтовых материалов на верховом откосе.

Дамба отсыпается из горной массы вскрыши карьера послойно с уплотнением. Уплотнение производится виброкатком и груженными автосамосвалами. Параметры дамбы приведены в таблице 4.1, приняты из условия обеспечения необходимой надежности, устойчивости, а также производства работ, возможности размещения технологических трубопроводов, обслуживания и ремонта сооружений. На откосах дамб предусмотрены промежуточные бермы, через 15 м высоты.

Конструкция экрана принята из условия обеспечения ее целостности и надежности на всех этапах эксплуатации сооружения. В качестве грунтовых материалов для экрана предполагается использование лежалых хвостов из хвостохранилищ предшествующих лет



работы, при условии их соответствия требованиям по применению в данном конструктивном элементе.

При наличии в геологическом разрезе площадки хвостохранилища подходящих грунтов, возможно их использования с целью увеличения емкости хранилища и снижению затрат на транспортировку.

Предварительно конструкция противифльтрационного экрана принята из следующих слоев начиная от тела дамбы из скальной горной массы:

1. Обратный фильтр из геотекстиля нетканого плотностью $500 \text{ г/м}^2 - 700 \text{ г/м}^2$ (определяется расчетом по грансоставу грунтов);
2. Грунтовый экран – мощность определяется по физико-механическим и фильтрационным свойствам применяемого материала. В рамках ОТР принята мощность 3,0 м;
3. Переходный грунтовый слой – состав и мощность подбирается по фильтрационным свойствам и грансоставу окружающих грунтов. В рамках ОТР принята мощность - 1,0 м;
4. Крепление из скального грунта (горной массы), мощностью - 3,0 м.

Сопряжение экрана с основанием и бортами долины выполняется устройством зуба, который врезается в водоупор.

Для сбора профильтровавшейся через экран воды и возврата ее в хвостохранилище предусматривается дренажная система в основании дамбы с устройством приемной емкости у низового откоса дамбы, на которой устанавливается насосная станция.

Дренажная система состоит из дрен-собирателей и общей отводящей дрены. Положение дрен-собирателей зависит от расчетного положения кривой депрессии в теле дамбы.

Конструкция дрен представляет собой грунтовые траншеи, заполненные скальной горной массой, в зависимости от грунтовых условий возможно будет необходима гидроизоляция дна и откосов траншей.

Конструкция экрана приведена на чертеже 17/ЦУП-23-ОТР л.2.

Таблица 4.1 – Основные параметры хвостохранилища по Вариантам №1 и №2.
Основные объемы строительных работ

№№ пп	Наименование	Ед. изм	Количество	
			Вариант №1	Вариант №2
Емкость				
1	Полезная площадь	тыс.м ²	886,0	1270,0
2	Полезный объем	тыс.м ³	23000,0	23000,0
	в т.ч 1-й очереди		7200,0	7200,0
3	Общий объем	тыс.м ³	25200,0	27500,0
4	Минимальный уровень воды	м	895,00	880,00
5	Уровень полезного объема 1-й очереди	м	923,0	897,0
	2-й очереди		954,0	913,0
6	Максимальный уровень воды	м	954,0	913,0
7	Класс опасности отходов		V	V
8	Срок эксплуатации	год	6,5	6,5



Ограждающая дамба 1-й очереди				
9	Класс гидротехнического сооружения		I	II
10	Максимальная высота	м	52,0	41,0
11	Ширина по гребню	м	10,0	12,0
12	Крутизна откоса -верхового: -низового:	м	1:2,5 1:1,7	1:2,5 1:1,7
13	Протяженность дамбы	м	465,0	1130,0
14	Отметка гребня дамбы	м	926,0	900,0
Ограждающая дамба 2-й очереди				
15	Класс гидротехнического сооружения		I	I
16	Максимальная высота	м	89,0	61,0
17	Ширина по гребню	м	12,0	12,0
18	Крутизна откоса -верхового: -низового:	м	1:2,5 1:1,7	1:2,5 1:1,7
19	Протяженность дамбы	м	1110,0	1915,0
20	Отметка гребня дамбы	м	957,0	916,0
Основные объёмы строительных работ				
21	Срезка почвенно-растительного слоя, $t_{\text{слоя}}=0,2$ м	тыс.м ³	60,0	216,0
22	Отсыпка ограждающей дамбы из горной массы: -дамба 1-й очереди -дамба 2-й очереди	тыс.м ³	1040,0 3700,0	1140,0 2600,0
23	Укладка геотекстиля -дамба 1-й очереди -дамба 2-й очереди	тыс.м ²	42,0 70,0	52,0 56,0
24	Отсыпка экрана, $t_{\text{слоя}}=3,0$ м: -дамба 1-й очереди -дамба 2-й очереди	тыс.м ³	115,0 190,0	156,0 170,0
25	Отсыпка переходного слоя, $t_{\text{слоя}}=1,0$ м: -дамба 1-й очереди -дамба 2-й очереди	тыс.м ³	40,0 70,0	52,0 56,0
26	Отсыпка крепления горной массой, $t_{\text{слоя}}=3,0$ м: -дамба 1-й очереди -дамба 2-й очереди	тыс.м ³	115,0 190,0	156,0 170,0
27	Устройство зуба экрана	тыс.м ³	40,0	
28	Устройство дренажной системы: - выемка (дрены, емкость) - засыпка дрен (гор.масса)	тыс.м ³	25,0 5,0	30,0 8,0
Потребность в материалах				
29	Геотекстиль нетканый, плотностью 500 г/м ² (+20% запас на складки, нахлесты)	тыс.м ²	135,0	130,0



4.2 Сравнительный анализ и выбор варианта

Выбор варианта размещения хвостохранилища основан на сравнении показателей качества выбранных площадок. Качество площади определяется топографическими и геологическими условиями.

Топографические условия площадки размещения хвостохранилища по варианту №2 предпочтительнее, так как при сравнительно одинаковом объеме дамбы первой очереди и образуемой емкости, сооружение имеет меньшую высоту, примерно на 25%. При дальнейшем наращивании данный показатель увеличивается в качественном отношении в сторону варианта №2 до 50%, то есть при меньшем объеме строительства дамбы, общая высота сооружения значительно ниже (89 м – Вар.№1, 61 м – Вар.№2, п.16,22, табл.4.1), при этом образуемые емкости одинаковые.

Геологические и гидрогеологические условия площадок не изучены. В отношении площадки по варианту №1 возможно сделать предположения по характеру условий исходя из изученных участков долины реки, приведенные в главе 4.1. Там же приведены факты в пользу варианта №2.

Капитальные затраты на строительство в основном зависят от объема и дальности транспортировки основных строительных материалов. Для строительства дамбы принято использовать грунт пустых пород вскрыши карьера.

Объем дамбы по варианту №1 значительно выше, при этом транспортировка дальше: Вар.№1 – 5,5 км; Вар.№2 – 4,0 км. Продольный профиль дороги по варианту №1 имеет больший высотный перепад по трассе, что также значительно увеличивает затратную составляющую.

Также стоит отметить, что при реализации хвостохранилища по Варианту №1 в зону затопления попадает действующее водохранилище и низовой откос дамбы секции №2 хвостохранилища. Ликвидация объекта водохранилища произойдет после начала наращивания дамбы 2-й очереди, то есть на 3 год эксплуатации. В связи с этим потребуются дополнительные решения по условиям подпитки технологического процесса, а также решения по трассе водовода от водозабора на р. Джемукан.

С точки зрения надежности и безопасности гидротехнических сооружений хвостохранилища вариант №2 более предпочтительный, так как дамба имеет значительно меньшую высоту, рельеф основания более пологий и примыкание к бортам не будет являться "слабым" местом конструкции, чего нельзя сказать про вариант №1, где левый борт долины очень крутой, примыкание к которому является потенциально не надежным элементом.

По всем основным показателям качества площадки вариант №2 размещения хвостохранилища выглядит более предпочтительным, а также имеет запас по перспективному развитию и наращиванию хвостохранилища в случае наступления такой необходимости. Наращивание дамбы в проектируемом створе до 80 м позволит нарастить объем хвостохранилища на 25- 30 млн.м³, то есть в 2 раза.

По совокупности факторов для дальнейшего рассмотрения и проектирования принят вариант размещения №2, в долине левого притока р. Б. Безымянка ниже отвала пустых пород.



4.3 Гидравлический транспорт

4.3.1 Существующая схема гидротранспорта

Образующиеся на фабрике хвосты, в виде хвостовой пульпы по магистральным пульпопроводам транспортируются на хвостохранилища в напорно-самотечном режиме. Магистральные пульпопроводы прокладываются в две нитки: одна нитка рабочая и одна – в резерве. Из резервной нитки предусмотрен аварийный сброс в емкость хвостохранилища.

Рабочая нитка проложена по гребню ограждающей дамбы из которой оборудованы рассредоточенные выпуски для намыва пляжной зоны у верхового откоса дамбы.

Пульповоды выполнены из труб ПНД ПЭ100 SDR11-710×64,5 мм с теплоизоляцией, проложены наземно на лежневых опорах.

За точку подключения проектируемых трубопроводов принята условная точка конца магистральных пульповодов на дамбу секции №2 хвостохранилища.

4.3.2 Проектируемая система гидротранспорта. Расчетные данные

Гидравлический расчет гидротранспорта хвостов проведен по методике проф. В.С. Кнороза и П.Д. Евдокимова (институт "Механобр"). Расчет гидравлического уклона при транспортировании пульпы по пластмассовым трубам произведен в соответствии с [19] по формуле проф. Ф.А. Шевелева [20]. Гидравлический уклон, определяемый по [20], [19], умножен на плотность пульпы и коэффициент запаса на местные потери напора.

Исходные и расчетные данные системы гидротранспорта хвостов ЗИФ приведены в таблице 4.2. Расчет выполнен для максимальной длины пульпопроводов и максимальной отметки подачи пульпы.

Таблица 4.2 – Расчет системы гидротранспорта

№№ пп	Наименование	Ед. Изм.	Показатели
1	Выход хвостов с фабрики	т/сут	11764,7
2	Расход воды, поступающий с хвостами	м³/сут	53529,4
3	Плотность частиц хвостов	т/м³	2,65
4	Весовая консистенция пульпы	%	34,41
5	Расход пульпы (с коэф. неравномерности K _н =1,05)	м³/с	0,671 (0,704)
		м³/ч	2415,37 (2536,14)
6	Плотность пульпы	т/м³	1,126
7	Средневзвешенный диаметр частиц хвостов	мм	0,042
8	Критический диаметр пульповода	мм	755,0
9	Принятый диаметр пульповода	мм	SDR11-710x64,5
10	Отметка выхода хвостов в ЗИФ	м	1048,6
11	Отметка низа трубы в месте выпуска (макс.)	м	933,0
12	Геодезический напор	м	115,60
13	Расстояние до точки выпуска	м	5300,0
14	Расчетный гидравлический уклон при расчетном расходе		0,00755
15	Потери по длине (с учетом K _н =1,1)	м	49,58



№№ пп	Наименование	Ед. Изм.	Показатели
16	Потери местные в распределительном пульповоде с учетом режима работы ($K_p=1,15$)	м	7,44
17	Общие потери по трассе	м	57,02
18	Остаточный напор	м	58,58
19	Режим работы		напорно-самотечный

Гидравлические параметры системы гидротранспорта и принятые диаметры пульпопроводов будут уточняться при проектировании трассы и получения уточненных данных по существующей системе гидротранспорта.

Пульповоды по назначению относятся к технологическим трубопроводам категории V группы В(нг).

Теплотехническими расчетами определено, что необходимо применение теплоизоляции магистральных пульповодов. Магистральные пульповоды до дамб прокладываются в теплоизоляции из пенополиуретановых скорлуп толщиной 60 мм в оболочке из оцинкованной стали.

Восприятие усилий на пульповодах наземной прокладки производится неподвижными опорами, компенсация температурных удлинений - за счет самокомпенсации. Вдоль пульповодов предусмотрена полоса обслуживания для проезда служебных автомобилей.

Планы трубопроводов показаны на планах 17/ЦУП-23-ОТР, лист 1.

4.4 Водохозяйственный баланс хвостохранилища

Хвостохранилище ЗИФ служит для складирования хвостов, одновременно являясь источником оборотного водоснабжения ЗИФ. Хвостохранилище эксплуатируется круглогодично, в замкнутом цикле технологического водооборота фабрики.

Баланс воды в хвостохранилище учитывает:

- первоначальное заполнение;
- поступление воды в хвостохранилище с пульпой;
- осадки на площадь водосбора хвостохранилища;
- потери воды на заполнение пор хвостовых отложений;
- потери на образование прудка;
- потери на испарение с поверхности воды и суши;
- возврат оборотной воды на фабрику.

Запас воды на образование прудка принят с учетом неравномерности заполнения хвостохранилища и включает объем воды на образование льда и объем воды, необходимый для освещения в период отрицательных температур воздуха.

Фильтрационные потери из хвостохранилища в процессе эксплуатации отсутствуют.

Водохозяйственный баланс хвостохранилища ЗИФ приведен для среднего по водности года, основывается на данных по осадкам, испарения приняты справочно.

Приведенные данные в водном балансе являются предварительными.



Таблица 4.3 – Водохозяйственный баланс хвостохранилища

NN	Наименование	Ед. изм.	Значение
	Поступление воды		
1	Первоначальное заполнение (подпитка)	тыс. м ³	500,00
2	С пульпой	тыс. м ³	18200,0
3	Осадки	тыс. м ³	1398,0
4	Итого	тыс. м ³	19598,0
	Расход воды		
5	Заполнение пор	тыс. м ³	1338,55
6	Испарение с воды	тыс. м ³	409,90
7	Испарение с суши	тыс. м ³	893,44
8	Итого	тыс. м ³	2691,89
9	Возврат оборотной воды на ЗИФ	тыс. м ³	16320,00
10	Итого п.п. 8,9	тыс. м ³	19011,89
11	Остаток в прудке	тыс. м ³	586,11
12	Необходимая подпитка ВБ	тыс. м ³	0

Примерный расчет баланса показывает, что подпитка водного баланса не требуется.

Также отмечаем, что при получении данных по климатическим характеристикам УГМС водный баланс может значительно скорректироваться.

Объем подпитки водного баланса возможно компенсировать за счет запуска воды из руслоотводного канала.

4.5 Система оборотного водоснабжения

Работа хвостохранилища предусматривается в замкнутом цикле водооборота без сброса технологических вод в естественные водоемы. Отстойный прудок хвостохранилища является одним из источников водоснабжения для переделов ЗИФ. Водозабор из хвостохранилища предусматривается организовать с помощью насосной станции. Схема прокладки водоводов представлена на принципиальной схеме трубопроводов хвостового хозяйства и приведена на ситуационном плане.

Максимально возможный водооборот технической воды из хвостохранилища – 2000,0 м³/ч.

Для возврата осветленной воды на фабрику предусматривается система оборотного водоснабжения в составе:

- насосная станция оборотного водоснабжения;
- водовода оборотной воды.

Насосная станция в емкости – плавающая на понтоне, заводского исполнения.

Таблица 4.4 – Подбор насоса

№№ пп	Наименование	Ед. изм.	Значение
1	Расход воды	м ³ /ч	2000,0
		л/с	555,6
2	Минимальная отметка	м	880,00
3	Отметка подачи	м	1050,0



4	Остаточный напор	м	10,0
4	Геодезическая разность высот	м	170,0
5	Принятый диаметр водовода	мм	800х72,6
6	Удельное сопротивление		0,0028
7	Расчетная длина водовода:	м	5500,0
8	Потери по длине (с $K=1,1$)	м	15,40
9	Потребный напор насоса	м	185,4
10	Необходимая мощность насоса	кВт	2 X ЦН 1000-180-3, N=590.0 кВт, суммарно 1200 кВт

Для снижения нагрузки на плавающую насосную станции в проектной документации будут рассмотрены варианты с размещением насосной станции второго подъема по трассе.

4.6 Контрольно-измерительная аппаратура

Для осуществления мониторинга ограждающего сооружения, работы противифльтрационных устройств и прилегающей территории предусматривается установка контрольно-измерительной аппаратуры (КИА) в составе:

1. Наблюдательные скважины предусмотрены в нижнем бьефе ограждающей дамбы хвостохранилища для наблюдения за уровнями и химическим составом грунтовых вод. По две наблюдательные скважины устанавливается в каждом контрольном створе. Первая скважина в 15 м от бровки низового откоса, вторая на расстоянии 50 м от первой в сторону нижнего бьефа. Всего предусмотрено 2 контрольных створа. В створе по тальвегу ручья дополнительно устанавливается третья НС в 80 м от второй ниже по рельефу.

2. Реперы на гребне дамбы для замеров осадок и смещений. Определение планового и высотного положения ограждающей дамбы выполняется при проведении маркшейдерских замеров, для которых должна быть закреплена геодезическая сеть. На гребне дамбы реперы размещаются в каждом из контрольных створах. Проверка привязки опорного репера должна производиться не реже одного раза в 5 лет.

3. Водомерная рейка для наблюдения за уровнем воды в отстойном пруду хвостохранилища, устанавливается у насосной станции оборотного водоснабжения в емкости. Водомерная рейка выполняется из недеформируемого материала с сантиметровым делением. Нуль рейки должен быть привязан к опорному реперу.

Количество контрольных створов и устанавливаемой аппаратуры уточняется в ПД по результатам инженерно-геологических изысканий и расчетных показателей конструкции.

На сооружениях хвостохранилища предполагается установка автоматизированной системы мониторинга поверхностных марок (реперов). Автоматизированная система основана на роботизированном тахеометре и стационарных отражателях на каждом репере и оборудовании обработки и хранения информации. С установленной периодичностью проводится измерение смещения марок.

4.7 Система поверхностного водоотвода

Для сохранения водного объекта, р. Б. Безымянка, в долине которого размещается хвостохранилище, предусматривается строительство руслоотводного канала.

Канал начинается в истоке ручья между подошвой отвала и емкостью хвостохранилища, прокладывается по левому борту долины, огибая дамбу хвостохранилища возвращается в естественное русло.



Руслоотводной канал устраивается в выемке, форма сечения- трапецеидальная. В зависимости от геологических условий выполняется с экраном, либо без него. На быстотоках предусматривается крепление дна и откосов.

Общий объем выемки по руслу канала примерно 25,0 тыс. м³.

4.8 Оценка устойчивости сооружений

Согласно п. 8.17 СП 58.13330.2019 "СНиП 33-01-2003 "Гидротехнические сооружения. Основные положения", при расчетах гидротехнических сооружений, их конструкций и оснований надлежит соблюдать следующее условие, обеспечивающее недопущение наступления предельных состояний:

$$\gamma_{lc} F \leq \frac{R}{\gamma_n},$$

где γ_{lc} - коэффициент сочетания нагрузок, принимаемый при расчетах по первой группе предельных состояний:

- для основного сочетания нагрузок и воздействий в период нормальной эксплуатации - 1,00;
- для особого сочетания нагрузок и воздействий:
 - при особой нагрузке, в том числе сейсмической на уровне проектного землетрясения (ПЗ), годовой вероятностью 0,01 и менее - 0,95;
 - при сейсмической нагрузке уровня максимального расчетного землетрясения (МРЗ) – 0,85;

F - расчетное значение обобщенного силового воздействия, по которому производится оценка предельного состояния, определенное с учетом коэффициента надежности по нагрузке γ_f

γ_f - коэффициент надежности по нагрузке. В соответствии с обязательным приложением Д, СП 58.13330.2012, коэффициент надежности по нагрузке γ_f принят равным единице, так как в расчетах заложены расчетные значения характеристик грунтов тела и основания дамбы (удельный вес и характеристики прочности). Значение коэффициента надежности по нагрузке γ_f при нагрузке от давления воды также равен единице.

R - расчетное значение обобщенной несущей способности, деформаций или другого параметра. При расчетах по первой группе предельных состояний - расчетное значение, устанавливаемое нормами проектирования отдельных видов гидротехнических сооружений, определенное с учетом коэффициентов надежности по грунту γ_g и условий работы γ_c .

γ_g - коэффициент надежности по грунту при односторонней доверительной вероятности $\alpha=0,95$ учтен при определении расчетных характеристик грунтов тела и основания дамбы;

γ_c - коэффициент условий работ принимается по СП 39.13330.2012 "СНиП 2.06.05-84 "Плотины из грунтовых материалов" (п. 9.11) для методов расчета, учитывающих напряженно-деформируемое состояние сооружения, равным 1,0;

γ_n - коэффициент надежности по ответственности сооружений при расчетах по предельным состояниям первой группы для сооружений I класса равен 1,25 (СП 58.13330.2019, 8.17).

Полученный расчетным путем коэффициент устойчивости, должен быть больше или равен коэффициенту устойчивости k_3 , определенному по зависимости:

$$\frac{R}{F} \geq \frac{\gamma_{lc}\gamma_n}{\gamma_c} = k_3$$

Для основного сочетания нагрузок для сооружений I класса допустимый коэффициент устойчивости равен $k_{31} = 1,25$.

Согласно СП 14.13330.2018 "СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах" (п.8.2.3), все гидротехнические сооружения должны рассчитываться на два уровня сейсмических воздействий: максимальное расчетное землетрясение (МРЗ) и проектное землетрясение (ПЗ).

При расчете на МРЗ водоподпорных сооружений II класса применяется карта С ОСР-2016-С (сейсмичность района 8 баллов); при расчете на ПЗ для всех классов сооружений – карта А ОСР-2016-С (сейсмичность 8 баллов).

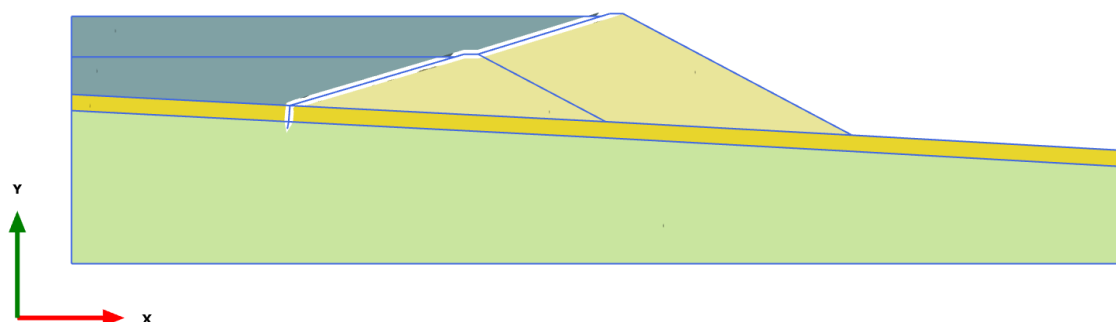
Для особого сочетания нагрузок для сооружений I класса (сейсмическое воздействие уровня МРЗ) допустимый коэффициент устойчивости равен $k_{32} = 1,062$.

Расчеты устойчивости сооружений выполнены по программе "PLAXIS 2D".

При расчете устойчивости по программе "PLAXIS 2D". В расчет закладываются геометрические параметры дамбы, физико - механические и прочностные характеристики грунтов дамбы и основания. Первой фазой расчета является расчет совместной осадки тела и основания дамбы. Второй фазой расчета, на основе полученных данных, является расчет устойчивости ограждающей дамбы.

Результаты расчетов, сформированные в отчет средствами программного комплекса Plaxis BV, представлены ниже.





Materials plot

Рисунок 4.2– Расчетная схема

Таблица 4.5 – Расчетные характеристики грунтов

Identification		Горная масса	Слой четвертичных отложений	Хвосты	Коренные породы основания
Identification number		1	2	3	5
Drainage type		Drained	Drained	Drained	Drained
Colour					
Comments					
γ_{unsat}	kN/m ³	25,00	19,23	19,75	22,46
γ_{sat}	kN/m ³	25,00	27,15	21,00	23,20
Dilatancy cut-off		No	No	No	No
e_{init}		0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
e_{min}		0,000	0,000	0,000	0,000
e_{max}		999,0	999,0	999,0	999,0
Rayleigh α		0,000	0,000	0,000	0,000
Rayleigh β		0,000	0,000	0,000	0,000
E	kN/m ²	35,00E3	40,00E3	40,00E3	54,00E3
ν (nu)		0,2500	0,2250	0,2500	0,2000
G	kN/m ²	14,00E3	16,33E3	16,00E3	22,50E3
E_{oed}	kN/m ²	42,00E3	46,01E3	48,00E3	60,00E3
C_{ref}	kN/m ²	1,000	5,000	15,00	99,13
φ (phi)	°	36,00	30,00	26,50	161,9
ψ (psi)	°	0,000	0,000	0,000	

Таблица 4.6 – Коэффициент запаса устойчивости дамбы 2 оч. при основном сочетании нагрузок

Calculation information				
Step info				
Phase	Устойчивость 2 оч. основное [Phase_6]			
Step	Initial			
Calulation mode	Classical mode			
Step type	Safety			
Updated mesh	False			
Solver type	Picos			
Kernel type	64 bit			
Extrapolation factor	1,000			
Relative stiffness	-0,7801E-3			
Multipliers				
Soil weight			ΣM_{Weight}	1,000
Strength reduction factor	M_{sf}	-0,3702E-3	ΣM_{sf}	1,415
Time	Increment	0,000	End time	2500
Staged construction				
Active proportion total area	M_{Area}	0,000	ΣM_{Area}	1,000
Active proportion of stage	M_{Stage}	0,000	ΣM_{Stage}	0,000
Forces				

Таблица 4.7 – Коэффициент запаса устойчивости дамбы 2 оч. при особом сочетании нагрузок

Calculation information				
Step info				
Phase	Устойчивость 2 оч. МРЗ [Phase_8]			
Step	Initial			
Calulation mode	Classical mode			
Step type	Safety			
Updated mesh	False			
Solver type	Picos			
Kernel type	64 bit			
Extrapolation factor	2,000			
Relative stiffness	1,039E-3			
Multipliers				
Soil weight			ΣM_{Weight}	1,000



Strength reduction factor	M_{sf}	0,6781E-3	ΣM_{sf}	1,215
Time	Increment	0,000	End time	2500
Staged construction				
Active proportion total area	M_{Area}	0,000	ΣM_{Area}	0,9120
Active proportion of stage	M_{Stage}	0,000	ΣM_{Stage}	0,000
Forces				

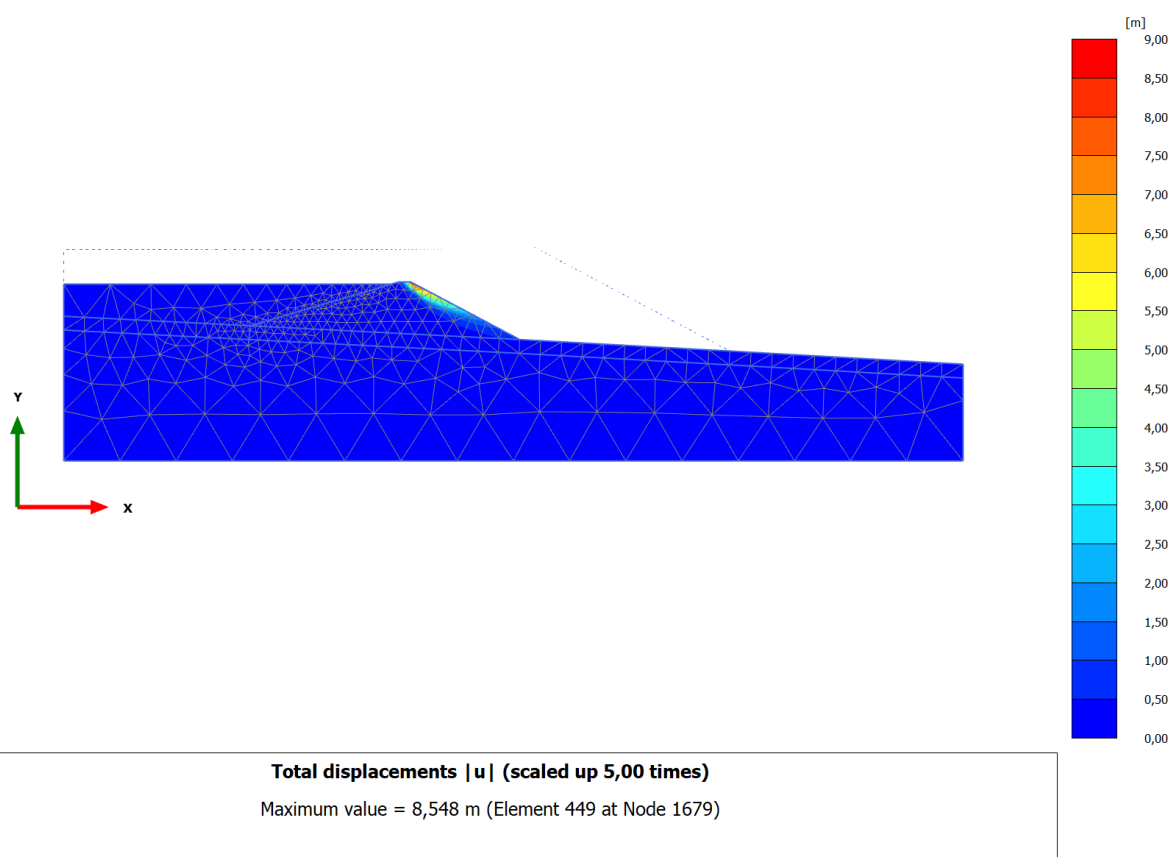


Рисунок 4.3 – Схема расчета дамбы 1 очереди

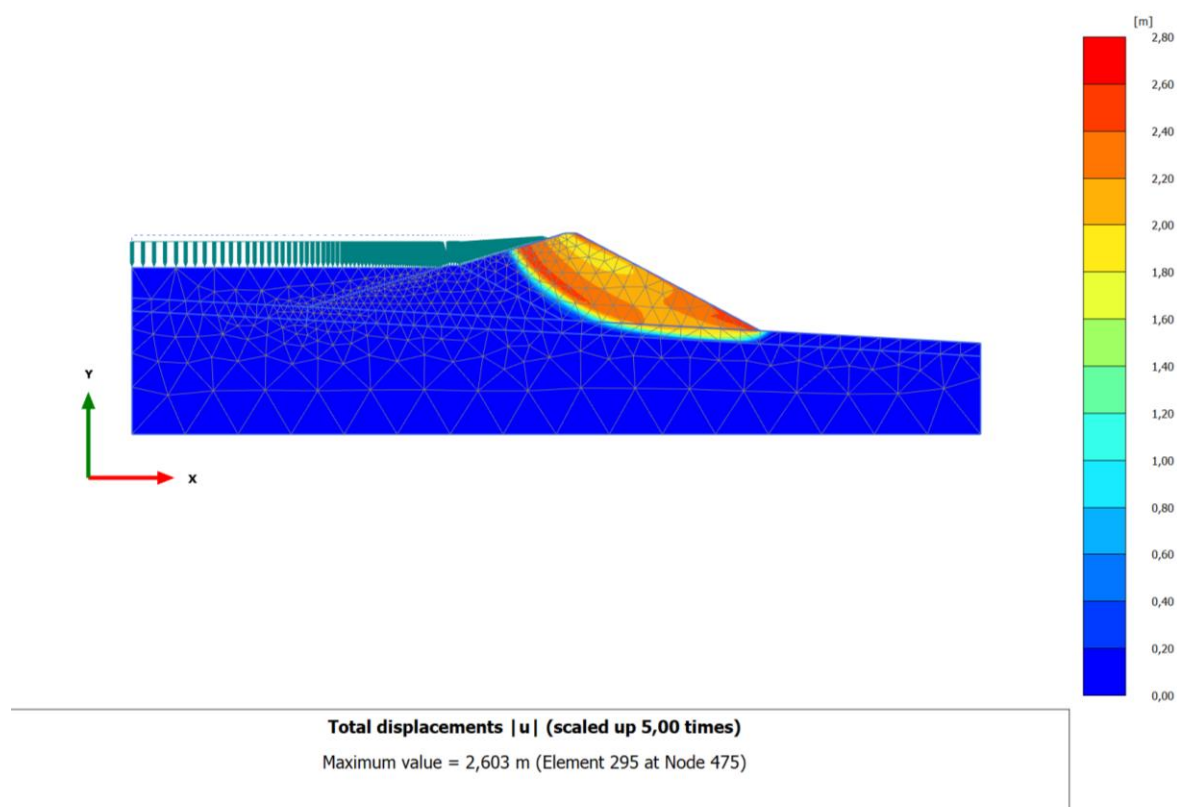


Рисунок 4.4 – Схема расчета дамбы 2 очереди при особом сочетании нагрузок

Выводы:

Результатами расчета определены коэффициенты запаса устойчивости дамбы хвостохранилища. Расчетные значения коэффициентов выше нормативных, что говорит о обеспечении общей устойчивости сооружения и соответствии его нормативным требованиям.

Ввиду предварительных данных по грунтовым условиям, расчетные параметры и результаты могут измениться в процессе проектирования и пересчета по фактически полученным данным в результате инженерно-геологических изысканий.

Расчет в большей степени показывает, что общее решение по конструктивной части ограждающих сооружений хвостохранилищ обеспечивает необходимую надежность.

5 Обобщенный анализ вариантов размещения Секции №3 хвостохранилища

Сравнительный анализ производится по основным технико-экономическим показателям объекта проектирования:

1. Природные условия площадки строительства, связанные с ними конструктивные особенности и условия безопасности гидротехнических сооружений;
2. Экономические, в части затрат на строительство;
3. Перспективности площадки для дальнейшего увеличения емкости;

Сравнительный анализ по природным условиям площадок и конструктивным особенностям вариантов приведен в разделе 4.1.

Сравнение экономической эффективности в части затрат на строительство сооружений по вариантам размещения приводится на основании объемных показателей и удельных расценок на работы. Удельные расценки приведены по фактическим показателям на предприятии.

Ведомости затрат и сравнительные показатели приведены в таблицах 5.1-5.3.

Сводный анализ вариантов размещения Секции №3 хвостохранилища приведен в таблице 5.4.



Таблица 5.1- Расчетные затратные показатели по Варианту №1

Показатель	Ед.изм.	Источник данных	Σ	1	2	3	4	5	6
Этап 1. Пионерная дамба и руслоотводной канал									
Пионерная дамба									
Бульдозерные работы	тыс.м3	ОТР	896	448	448				
Погрузка горной массы	тыс.м3	ОТР	1 120	560	560				
Транспортировка горной массы	тыс.м3	ОТР	1 120	560	560				
Расстояние транспортировки горной массы	м	ОТР	5 600	5 600	5 600				
Строительство зуба экрана									
Разработка котлована экскаватором	тыс.м3		22	22					
Разравнивание бульдозером грунтов выемки в тело дамбы	тыс.м3		22	22					
Погрузка хвостов, суглинка, супеси экскаватором	тыс.м3		22	22					
Транспортировка хвостов, суглинка, супеси	тыс.м3		22	22					
Расстояние транспортировки хвостов, суглинка, супеси	м		2 800	2 800					
Бульдозерные работы при строительстве зуба	тыс.м3		18	18					
Строительство экрана									
Укладка геотекстиля	тыс.м2		50	25	25				
Погрузка хвостов, суглинка, супеси экскаватором	тыс.м3		120	60	60				
Транспортировка хвостов, суглинка, супеси	тыс.м3		120	60	60				
Расстояние транспортировки хвостов, суглинка, супеси	м		2 800	2 800	2 800				
Погрузка горной массы для защитного и переходного слоев	тыс.м3		160	80	80				
Транспортировка горной массы	тыс.м3		160	80	80				
Расстояние транспортировки горной массы	м		5 600	5 600	5 600				
Руслоотводной канал									
Экскаваторные работы	тыс.м3	ОТР	25	25	-				
Бульдозерные работы	тыс.м3	ОТР	8	8	-				
Итого, объём горных работ по этапу 1:									
Бульдозерные работы	тыс.м3	расчёт	936	488	448	-	-	-	-
Погрузочные работы	тыс.м3	расчёт	1 422	722	700	-	-	-	-
Транспортировка, 2800 м	тыс.м3	расчёт	22	22	-	-	-	-	-
Транспортировка, 5600 м	тыс.м3	расчёт	1 280	640	640	-	-	-	-
Разработка экскаватором	тыс.м3	расчёт	22	22	-	-	-	-	-



Обоснование общих технических решений объекта "Хвостохранилище хвостов гравитации (Секция 3)"

<u>Удельные расценки по горным работам</u>									
Бульдозерные работы	руб/м3	ПЭО ИБЕ	29	29	29	29	29	29	29
Погрузочные работы	руб/м3	ПЭО ИБЕ	68	68	68	68	68	68	68
Транспортировка, 2800 м	руб/м3	ПЭО ИБЕ	112	112	112	112	112	112	112
Транспортировка, 5600 м	руб/м3	ПЭО ИБЕ	150	150	150	150	150	150	150
Разработка экскаватором	руб/м3	ПЭО ИБЕ	36	36	36	36	36	36	36
<u>Стоимость горных работ</u>									
Бульдозерные работы	тыс.руб.	расчёт	26 984	14 063	12 921	-	-	-	-
Погрузочные работы	тыс.руб.	расчёт	96 835	49 166	47 668	-	-	-	-
Транспортировка, 2800 м	тыс.руб.	расчёт	2 461	2 461	-	-	-	-	-
Транспортировка, 5600 м	тыс.руб.	расчёт	192 039	96 019	96 019	-	-	-	-
Разработка экскаватором	тыс.руб.	расчёт	801	801	-	-	-	-	-
Итого по горным работам	тыс.руб.	расчёт	319 118	162 510	156 608	-	-	-	-
Стоимость укладки геотекстиля	тыс.руб.	экспертно	5 000	2 500	2 500	-	-	-	-
Всего затрат по пионерной дамбе	тыс.руб.	расчёт	324 118	165 010	159 108	-	-	-	-
Этап 2. Нарращивание дамбы									
Горные работы									
Бульдозерные работы	тыс.м3	ОТР	3 296		832	832	832	800	
Погрузка горной массы	тыс.м3	ОТР	4 120		1 040	1 040	1 040	1 000	
Транспортировка горной массы	тыс.м3	ОТР	4 120		1 040	1 040	1 040	1 000	
Расстояние транспортировки горной массы	м	ОТР	5 600		5 600	5 600	5 600	5 600	
Строительство экрана									
Укладка геотекстиля	тыс.м2		75		20	20	20	15	
Погрузка хвостов, суглинка, супеси экскаватором	тыс.м3		200		50	50	50	50	
Транспортировка хвостов, суглинка, супеси	тыс.м3		200		50	50	50	50	
Расстояние транспортировки хвостов, суглинка, супеси	м		2 800		2 800	2 800	2 800	2 800	
Погрузка горной массы для защитного и переходного слоев	тыс.м3		265		70	70	70	55	
Транспортировка горной массы	тыс.м3		265		70	70	70	55	
Расстояние транспортировки горной массы	м		5 600		5 600	5 600	5 600	5 600	
Прокладка трубопроводов									
Прокладка магистрального пульповода	м		1 170	870	-	300	-	-	-
Прокладка водовода оборотной воды	м		570	570	-	-	-	-	-
Прокладка (перенос, наращ.) распределительного пульповода	м		4 130	500	-	650	800	1 000	1 180
Прокладка трубопроводов	руб/м			12 100	12 100	12 100	12 100	12 100	12 100
Перенос(наращивание) трубопроводов (7600 работа; 4500 материал)	руб/м			5 500	5 500	5 500	5 500	5 500	5 500



Обоснование общих технических решений объекта "Хвостохранилище хвостов гравитации (Секция 3)"

Укладка геотекстиля	руб/м2			100	100	100	100	100	100
Укладка геотекстиля	тыс.руб.		5 240	2 500	2 500	2 000	2 000	2 000	1 500
Прокладка трубопроводов	тыс.руб.	экспертно	43 769	20 174	-	7 205	4 400	5 500	6 490
Итого, объём горных работ по этапу 2:									
Бульдозерные работы	тыс.м3	расчёт	3 296	-	-	832	832	832	800
Погрузочные работы	тыс.м3	расчёт	4 585	-	-	1 160	1 160	1 160	1 105
Транспортировка, 2800 м	тыс.м3	расчёт	200	-	-	50	50	50	50
Транспортировка, 5600 м	тыс.м3	расчёт	4 385	-	-	1 110	1 110	1 110	1 055
Разработка экскаватором	тыс.м3	расчёт	-	-	-	-	-	-	-
Удельные расценки по горным работам									
Бульдозерные работы	руб/м3	ПЭО ИБЕ	29	29	29	29	29	29	29
Погрузочные работы	руб/м3	ПЭО ИБЕ	68	68	68	68	68	68	68
Транспортировка, 2800 м	руб/м3	ПЭО ИБЕ	112	112	112	112	112	112	112
Транспортировка, 5600 м	руб/м3	ПЭО ИБЕ	150	150	150	150	150	150	150
Разработка экскаватором	руб/м3	ПЭО ИБЕ	-	36	36	36	36	36	36
Стоимость горных работ									
Бульдозерные работы	тыс.руб.	расчёт	95 060	-	-	23 996	23 996	23 996	23 073
Погрузочные работы	тыс.руб.	расчёт	312 227	-	-	78 993	78 993	78 993	75 248
Транспортировка, 2800 м	тыс.руб.	расчёт	22 370	-	-	5 593	5 593	5 593	5 593
Транспортировка, 5600 м	тыс.руб.	расчёт	657 882	-	-	166 533	166 533	166 533	158 282
Разработка экскаватором	тыс.руб.	расчёт	-	-	-	-	-	-	-
Итого	тыс.руб.	расчёт	1 087 539	-	-	275 115	275 115	275 115	262 195
Стоимость укладки геотекстиля и прокладки трубопроводов	тыс.руб.	расчёт	56 269	22 674	2 500	9 205	6 400	7 500	7 990
Всего затрат по наращиванию дамбы	тыс.руб.	расчёт	1 143 808	22 674	2 500	284 320	281 515	282 615	270 185
Всего затрат по варианту 1	тыс.руб.	расчёт	1 467 927	187 684	161 608	284 320	281 515	282 615	270 185



Таблица 5.2 - Расчетные затратные показатели по Варианту №1

Показатель	Ед.изм.	Источник данных	Σ	1	2	3	4	5	6
Этап 1. Пионерная дамба и руслоотводной канал									
Пионерная дамба									
Бульдозерные работы	тыс.м3	ОТР	912	456	456				
Погрузка горной массы	тыс.м3	ОТР	1 140	570	570				
Транспортировка горной массы	тыс.м3	ОТР	1 140	570	570				
Расстояние транспортировки горной массы	м	ОТР	4 200	4 200	4 200				
Строительство зуба экрана									
Разработка котлована экскаватором	тыс.м3		30	30					
Разравнивание бульдозером грунтов выемки в тело дамбы	тыс.м3		30	30					
Погрузка хвостов, суглинка, супеси экскаватором	тыс.м3		30	30					
Транспортировка хвостов, суглинка, супеси	тыс.м3		30	30					
Расстояние транспортировки хвостов, суглинка, супеси	м		2 800	2 800					
Бульдозерные работы при строительстве зуба	тыс.м3		24	24					
Строительство экрана									
Укладка геотекстиля	тыс.м2		52	27	25				
Погрузка хвостов, суглинка, супеси экскаватором	тыс.м3		156	80	76				
Транспортировка хвостов, суглинка, супеси	тыс.м3		156	80	76				
Расстояние транспортировки хвостов, суглинка, супеси	м		2 800	3 800	3 800				
Погрузка горной массы для защитного и переходного слоев	тыс.м3		208	108	100				
Транспортировка горной массы	тыс.м3		208	108	100				
Расстояние транспортировки горной массы	м		4 200	4 200	4 200				
Руслоотводной канал									
Экскаваторные работы	тыс.м3	ОТР	40	40	-				
Бульдозерные работы	тыс.м3	ОТР	12	12	-				
Итого, объём горных работ по этапу 1:									
Бульдозерные работы	тыс.м3	расчёт	966	510	456	-	-	-	-
Погрузочные работы	тыс.м3	расчёт	1 534	788	746	-	-	-	-
Транспортировка, 2800 м	тыс.м3	расчёт	30	30	-	-	-	-	-
Транспортировка, 4200 м	тыс.м3	расчёт	1 348	678	670	-	-	-	-
Разработка экскаватором	тыс.м3	расчёт	30	30	-	-	-	-	-



Обоснование общих технических решений объекта "Хвостохранилище хвостов гравитации (Секция 3)"

<u>Удельные расценки по горным работам</u>									
Бульдозерные работы	руб/м3	ПЭО ИБЕ	29	29	29	29	29	29	29
Погрузочные работы	руб/м3	ПЭО ИБЕ	68	68	68	68	68	68	68
Транспортировка, 2800 м	руб/м3	ПЭО ИБЕ	112	112	112	112	112	112	112
Транспортировка, 4200 м	руб/м3	ПЭО ИБЕ	131	131	131	131	131	131	131
Разработка экскаватором	руб/м3	ПЭО ИБЕ	36	36	36	36	36	36	36
<u>Стоимость горных работ</u>									
Бульдозерные работы	тыс.руб.	расчёт	27 860	14 709	13 152	-	-	-	-
Погрузочные работы	тыс.руб.	расчёт	104 461	53 661	50 801	-	-	-	-
Транспортировка, 2800 м	тыс.руб.	расчёт	3 356	3 356	-	-	-	-	-
Транспортировка, 5600 м	тыс.руб.	расчёт	176 507	88 777	87 730	-	-	-	-
Разработка экскаватором	тыс.руб.	расчёт	1 092	1 092	-	-	-	-	-
Итого по горным работам	тыс.руб.	расчёт	313 277	161 595	151 682	-	-	-	-
<u>Стоимость укладки геотекстиля</u>									
	тыс.руб.	экспертно	5 200	2 700	2 500	-	-	-	-
Всего затрат по пионерной дамбе	тыс.руб.	расчёт	318 477	164 295	154 182	-	-	-	-
Этап 2. Нарращивание дамбы									
Горные работы									
Бульдозерные работы	тыс.м3	ОТР	2 080			520	520	520	520
Погрузка горной массы	тыс.м3	ОТР	2 600			650	650	650	650
Транспортировка горной массы	тыс.м3	ОТР	2 600			650	650	650	650
Расстояние транспортировки горной массы	м	ОТР	4 200			4 200	4 200	4 200	4 200
Строительство экрана									
Укладка геотекстиля	тыс.м2		56			14	14	14	14
Погрузка хвостов, суглинка, супеси экскаватором	тыс.м3		170			45	45	40	40
Транспортировка хвостов, суглинка, супеси	тыс.м3		170			45	45	40	40
Расстояние транспортировки хвостов, суглинка, супеси	м		2 800			3 800	3 800	3 800	3 800
Погрузка горной массы для защитного и переходного слоев	тыс.м3		226			57	57	57	55
Транспортировка горной массы	тыс.м3		226			57	57	57	55
Расстояние транспортировки горной массы	м		4 200			4 200	4 200	4 200	4 200
Прокладка трубопроводов									
Прокладка магистрального пульповода	м			1 350	-	-	-	-	-
Прокладка водовода оборотной воды	м			2 150	-	-	-	-	-



Обоснование общих технических решений объекта "Хвостохранилище хвостов гравитации (Секция 3)"

Прокладка (перенос, наращив.) распределительного пульповода	м			1 100	-	1 300	1 400	1 500	1 600
Прокладка трубопроводов	руб/м			12 100	12 100	12 100	12 100	12 100	12 100
Перенос (наращивание) трубопроводов (7600 работа; 4500 материал)	руб/м			5 500	5 500	5 500	5 500	5 500	5 500
Укладка геотекстиля	руб/м2			100	100	100	100	100	100
Укладка геотекстиля	тыс.руб.		3 740	2 700	2 500	1 400	1 400	1 400	1 400
Прокладка трубопроводов	тыс.руб.	экспертно	80 300	48 400	-	7 150	7 700	8 250	8 800
Итого, объём горных работ по этапу 2:									
Бульдозерные работы	тыс.м3	расчёт	2 080	-	-	520	520	520	520
Погрузочные работы	тыс.м3	расчёт	2 996	-	-	752	752	747	745
Транспортировка, 2800 м	тыс.м3	расчёт	170	-	-	45	45	40	40
Транспортировка, 4200 м	тыс.м3	расчёт	2 826	-	-	707	707	707	705
Разработка экскаватором	тыс.м3	расчёт	-	-	-	-	-	-	-
Удельные расценки по горным работам									
Бульдозерные работы	руб/м3	ПЭО ИБЕ	29	29	29	29	29	29	29
Погрузочные работы	руб/м3	ПЭО ИБЕ	68	68	68	68	68	68	68
Транспортировка, 2800 м	руб/м3	ПЭО ИБЕ	122	122	122	122	122	122	122
Транспортировка, 4200 м	руб/м3	ПЭО ИБЕ	131	131	131	131	131	131	131
Разработка экскаватором	руб/м3	ПЭО ИБЕ	-	36	36	36	36	36	36
Стоимость горных работ									
Бульдозерные работы	тыс.руб.	расчёт	59 989	-	-	14 997	14 997	14 997	14 997
Погрузочные работы	тыс.руб.	расчёт	204 020	-	-	51 209	51 209	50 869	50 733
Транспортировка, 2800 м	тыс.руб.	расчёт	20 791	-	-	5 503	5 503	4 892	4 892
Транспортировка, 4200 м	тыс.руб.	расчёт	370 037	-	-	92 575	92 575	92 575	92 313
Разработка экскаватором	тыс.руб.	расчёт	-	-	-	-	-	-	-
Итого	тыс.руб.	расчёт	654 837	-	-	164 285	164 285	163 333	162 935
Стоимость укладки геотекстиля и прокладки трубопроводов	тыс.руб.	расчёт	91 100	51 100	2 500	8 550	9 100	9 650	10 200
Всего затрат по наращиванию дамбы	тыс.руб.	расчёт	745 937	51 100	2 500	172 835	173 385	172 983	173 135
Всего затрат по варианту 1	тыс.руб.	расчёт	1 064 414	215 395	156 682	172 835	173 385	172 983	173 135
Справочно: грузовая работа	тыс.ткм		50 905	8 736	8 378	8 479	8 479	8 428	8 405
удельный вес горной массы	т/м3			2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7



Таблица 5.3- Сводная таблица затрат по вариантам №1 и №2

Показатели	Ед.изм.	Вариант 1	Вариант 2	откл.
<u>Пионерная дамба</u>	-	-	-	
Объёмы работ	тыс.м3	1 422	1 534	
Стоимость работ	тыс.руб.	324 118	318 477	- 5 642
<u>Наращивание дамбы</u>	-	-	-	-
Объёмы работ	тыс.м3	4 585	2 996	- 1 589
Стоимость работ	тыс.руб.	1 143 808	745 937	- 397 871
<u>Всего:</u>	-	-	-	-
Объёмы работ	тыс.м3	6 007	4 530	- 1 477
<i>Транспортировка горной массы</i>	<i>тыс.ткм</i>	88 240	50 905	- 37 336
<u>Стоимость работ</u>	<u>тыс.руб.</u>	<u>1 467 927</u>	<u>1 064 414</u>	<u>- 403 513</u>
Полезная ёмкость секции № 3	тыс.м3	23 000	23 000	-
Удельная капитальная стоимость хранения хвостов	руб/м3	63,8	46,3	- 17,5



Таблица 5.4 - Сводный анализ вариантов размещения Секции №3 хвостохранилища месторождения Угахан

N п/п	Показатель	Значение	
		Вариант №1	Вариант №2
	Природно-климатические условия		
1	Занимаемая площадь земельных ресурсов	107,0 га	148,0 га
2	Изученность геологических условий	±	-
3	Гидрогеологические условия. Близкое расположение горизонтов подземных вод к поверхности, вероятность необходимости экранирования ложа	+	±
	Конструктивные характеристики ограждающих сооружений. Объемные показатели.		
4	Ограждающая дамба I очереди (пионерная дамба) :		
4.1	Максимальная высота , м	52,0	41,0
4.2	Объем грунта на строительство, тыс.м ³	1422,0	1534,0
4.3	Протяженность дамбы, м	465,0	1130,0
4.4	Полезный объем емкости хвостохранилища, тыс.м ³	7200,0	7200,0
5	Ограждающая дамба наращивания на всю высоту:		
5.1	Максимальная высота , м	89,0	61,0
5.2	Объем грунта на строительство, тыс.м ³	4585,0	2996,0
5.3	Протяженность дамбы, м	1110,0	1915,0
5.4	Полезный объем емкости хвостохранилища, тыс.м ³	23000,0	23000,0
5.5	Расстояние транспортировки основных строит.материалов, км	5,6	4,2
6	Примыкания к бортам, качество профиля, опасность возникновения контактных деформаций	примыкание к крутым склонам (слабый контакт), перелом профиля с выходом на плато (опасное сечение при изменении геологии)	примыкание к пологим бортам (контакт надежный), профиль спокойный без переломов, отсутствие опасных сечений)

	Параметры безопасности		
7	Ущерб территории и инфраструктуре в случае аварии ГТС	узкая долина и высокий напор- распространение волны прорыва на значительное расстояние, значительный ущерб природной среде, выход за пределы долины водотока	широкая долина, умеренный напор – растекание потока по долине, границы распространения в пределах долины водотока
	Экономические и инвестиционные показатели		
8	Воздействие на существующие объекты и сооружения предприятия	Ликвидация водохранилища после заполнения 1 оч., перенос водоводов.	не затрагивает
9	Затраты на строительство, тыс. руб	1 467 927,0	1 064 414,0
10	Перспективы увеличения емкости наращиванием ограждающей дамбы	отсутствует	при наращивании до 88,0 м (отм.933,0) наращивание емкости – 20,0 млн.м ³ .(6 лет экспл.)

По совокупности анализируемых параметров, Вариант № 2 размещения хвостохранилища Секция №3 в долине р. Безымянка под отвалом, по большинству критичных показателей является наиболее предпочтительным.

Для дальнейшего проектирования принят Вариант № 2 - *Хвостохранилище в верховьях долины левого притока р. Бол. Безымянка.*



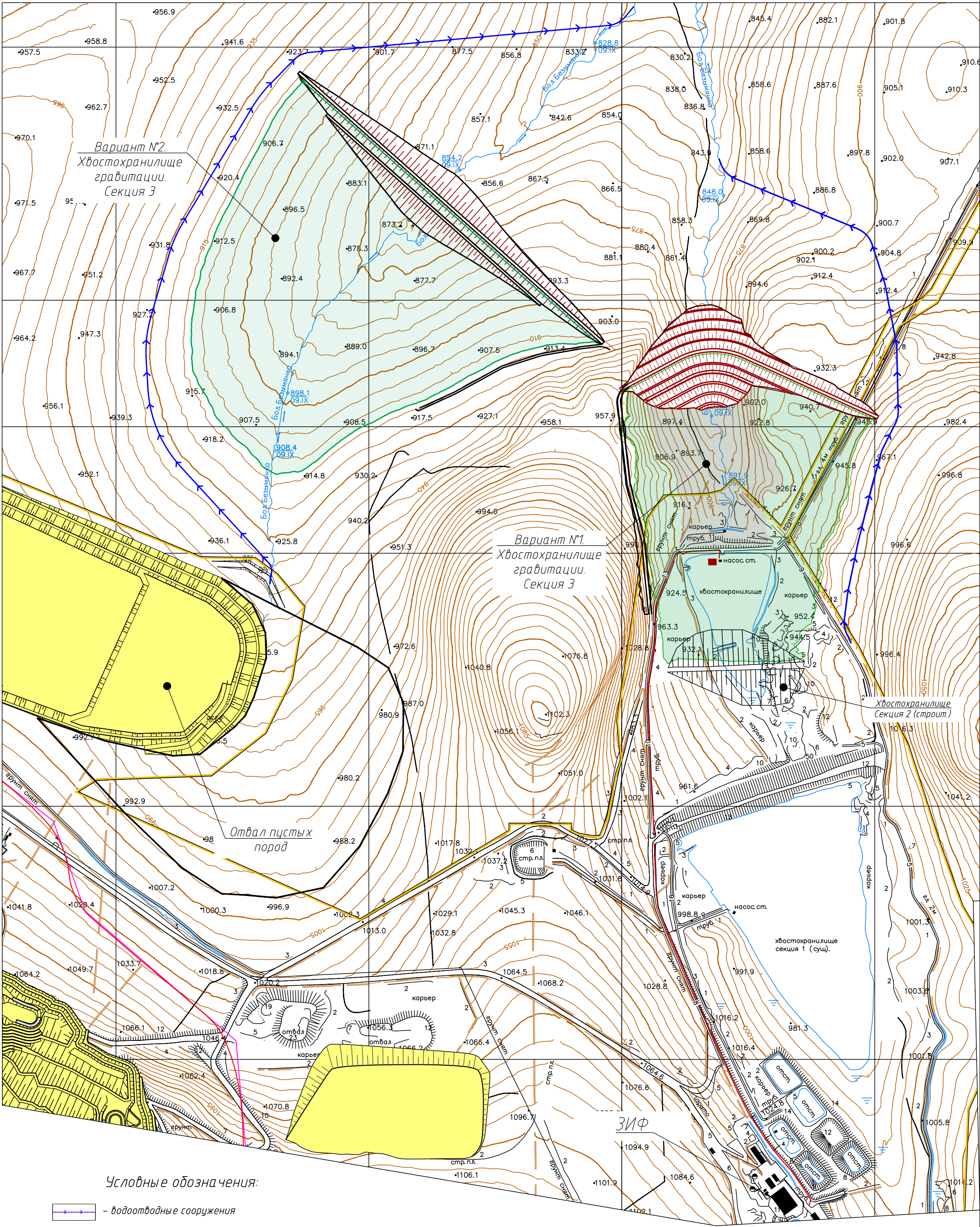
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Постановление Правительства РФ от 05.11.2020 № 1607 "Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений";
2. Постановление Правительства РФ от 28 мая 2021 года № 815 "Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений";
3. Рекомендации по проектированию и строительству шламонакопителей и хвостохранилищ металлургической промышленности. ВНИИ ВОДГЕО Госстроя СССР, М., Стройиздат, 1986г.;
4. СП 58.13330.2019 "СНиП 33-01-2003 Гидротехнические сооружения. Основные положения";
5. СП 39.13330.2012 "СНиП 2.06.05-84* Плотины из грунтовых материалов";
6. СП 127.13330.2023 "Объекты размещения отходов производства. Основные положения по проектированию";
7. СП 14.13330.2018 "СНиП II-7-81* Строительство в сейсмических районах";
8. СП 22.13330.2016 "СНиП 2.02.02-85 Основания зданий и сооружений";
9. СП 23.13330.2018 "СНиП 2.02.02-85 Основания гидротехнических сооружений";
10. СП 37.13330.2012 "СНиП 2.05.07-91* Промышленный транспорт";
11. СП 45.13330.2017 "СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения, основания и фундаменты";
12. СН 551-82 "Инструкция по проектированию и строительству противодиффузионных устройств из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов";
13. ГОСТ Р 56586-2015 "Геомембраны гидроизоляционные полиэтиленовые рулонные";
14. ГОСТ 18599-2001 "Трубы напорные из полиэтилена";
15. Справочник по гидравлическим расчетам под ред. П.Г. Киселева. – Энергетика, М., 1974;
16. Гидротехнические сооружения. Справочник проектировщика. Под общ. ред. В.П. Недриги, М., Стройиздат, 1983;
17. П.Д. Евдокимов, Г.Т. Сазонов "Проектирование и эксплуатация хвостовых хозяйств обогатительных фабрик", М., "Недра", 1978;
18. Ф.А. Шевелев "Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб". Изд. 5-е, доп., - М.: Книга по Требованию, 2013;
19. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов, М.: 1998;
20. СП 18.13330.2011 "Генеральные планы промышленных предприятий".



ГРАФИЧЕСКИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ





Условные обозначения:

- водоотводные сооружения
- существующие сети гидротранспорта и водоснабжения
- граница земельного отвода (договор №91-102/21)

1. Система координат – СК-42. Система высот Балтийская (усеченная)

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

						17/ЦУП-23-ОТР		
						ООО "УГРК"		
						"Горно-обогатительный комбинат (ГОК) "Угехан". Обоснование общих технических решений объекта "Хвостохранилище хвостов гравитации (Секция 3)"		
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		Стадия	Лист
Разраб.	Зайцев				11.23	Хвостовое хозяйство		Листов
Пров.	Дубинин				11.23	Хвостохранилище хвостов гравитации. Секция 3. Варианты размещения	ОТР	1
						Ситуационный план		ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ ЦЕНТР НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И УНИКАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ

