

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ПОЛИМЕТАЛЛ ИНЖИНИРИНГ»**

**ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие»**

**«Реконструкция хвостохранилища для складирования хвостов  
сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной  
фабрики ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие»**

*ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ*

**Технологические решения. Пояснительная записка**

**34 02 13 072 00-TX1**

**Том 4.1**

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ПОЛИМЕТАЛЛ ИНЖИНИРИНГ»**

**ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие»**

**«Реконструкция хвостохранилища для складирования хвостов  
сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной  
фабрики ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие»**

*ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ*

**Технологические решения. Пояснительная записка**

**34 02 13 072 00-TX1**

**Том 4.1**

Директор дирекции  
по проектированию

Главный инженер проектов



А.В. Митропольский

А.И. Окунович


Обозначение	Наименование	Лист	Примечание
34 02 13 072 00 – ТХ1-С	Содержание тома 4.1	2	
34 02 13 072 00 – СП	Состав проектной документации	3	
34 02 13 072 00 – ТХ1	Текстовая часть	4	


Согласовано	

Взам. инв. №	
--------------	--

Подп. и дата	
--------------	--

Инв. № подл.	
--------------	--

						ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие»		
						34 02 13 072 00 – ТХ1-С		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Содержание тома 4.1		
Разраб.	Мошина				11.23			
Пров.	Гончарова				11.23			
Н. контр.	Дурилов				11.23			
ГИП	Окунович				11.23			
						Стадия	Лист	Листов
						П		1
						 <b>ПОЛИМЕТАЛЛ</b> АО «ПОЛИМЕТАЛЛ ИНЖИНИРИНГ»		

										3					
Номер тома		Обозначение				Наименование				Примечание					
1.1		34 02 13 072 00 – ПП				Паспорт проекта				Специализированный подрядчик					
1.2		34 02 13 072 00 – ПЗ1				Общая пояснительная записка									
1.3		34 02 13 072 00 – ПЗ2				Приложения к общей пояснительной записке									
2.1		34 02 13 072 00 – ГТ1				Генеральный план объекта и организация транспорта.									
2.2		34 02 13 072 00 – ГТ2				Пояснительная записка									
3.1		34 02 13 072 00 – ИЗ1				Генеральный план объекта и организация транспорта.									
3.2		34 02 13 072 00 – ИЗ2				Графическая часть									
4.1		34 02 13 072 00 – ТХ1				Инженерная защита территории. Пояснительная записка									
4.2		34 02 13 072 00 – ТХ2				Инженерная защита территории. Графическая часть									
5.1		34 02 13 072 00 – КЖ1				Технологические решения. Пояснительная записка									
5.2		34 02 13 072 00 – КЖ2				Технологические решения. Графическая часть									
5.3		34 02 13 072 00 – КЖ3				Конструкции железобетонные									
5.4		34 02 13 072 00 – КЖ4				Конструкции железобетонные									
6.1		34 02 13 072 00 – ЭС				Конструкции железобетонные									
6.2		34 02 13 072 00 – А				Инженерные сети, системы и оборудование.									
6.3		34 02 13 072 00 – СС				Электроснабжение и электрическое освещение									
6.4		34 02 13 072 00 – АСМ				Инженерные сети, системы и оборудование.									
7		34 02 13 072 00 – ЧП				Автоматизация									
8		34 02 13 072 00 – ИТПБГОЧС				Инженерные сети, системы и оборудование.									
9		34 02 13 072 00 – ПОС				Инженерные сети, системы и оборудование.									
10		34 02 13 072 00 – ОоВВ				Системы связи									
11		34 02 13 072 00 – ДПБ				Инженерные сети, системы и оборудование.									
12		34 02 13 072 00 – ПМ				Автоматизированная система мониторинга зданий и сооружений									
13		34 02 13 072 00 – КБ				Управление производством, предприятием, организация условий и охраны труда работников									
14		34 02 13 072 00 – РВ				Инженерно-технические мероприятия по промышленной безопасности, гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций									
15		34 02 13 072 00 – ПБ				Проект организации строительства									
						Отчет о возможных воздействиях (ОоВВ) к проекту "Реконструкция хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики ТОО "Бакырчикское горнодобывающее предприятие"									
						Декларация промышленной безопасности									
						Проект мониторинга безопасности гидротехнических сооружений									
						Критерии безопасности комплекса проектируемых гидротехнических сооружений									
						Расчет размера вероятного вреда, который может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии на проектируемых гидротехнических сооружениях									
						Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности									
ТОО "Бакырчикское горнодобывающее предприятие"															
34 02 13 072 00-СП															
Изм.		Кол. уч.		Лист		№ док.		Подп.		Дата					
Разраб.		Бедарев								11.23					
Пров.		Веселов								11.23					
Н.контр.		Бедарев								11.23					
ГИП		Веселов								11.23					
Состав проектной документации										Стадия		Лист		Листов	
										П				1	
										 ПОЛИМЕТАЛЛ					
										АО «ПОЛИМЕТАЛЛ ИНЖИНИРИНГ»					




**Исполнители**

**Дирекция по проектированию:**

**Управление по технологиям переработки руд**

Начальник управления



А.С. Ефремов

**Гидротехнический отдел**

Начальник отдела



А.М. Вакуленко

Главный специалист



В.А. Дурилов

Главный специалист



С.Е. Демьянов

Инженер



Р.С. Куленова

Инженер



Д.В. Спивак

Нормоконтролёр



В.А. Дурилов

## Содержание

Введение .....	8
1 Местоположение, краткая географическая и экономическая характеристика района строительства .....	13
2 Топографические, гидрологические, инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания .....	14
2.1 Топографические условия .....	14
2.2 Инженерно-геологические условия .....	14
2.2.1 Геологическое строение .....	14
2.2.2 Гидрогеологические условия .....	16
2.3 Инженерно-гидрометеорологические условия .....	17
2.3.1 Гидрометеорологическая изученность .....	17
2.3.2 Климатические условия .....	18
2.3.3 Опасные гидрометеорологические процессы и явления .....	19
3 Состояние существующего хвостового хозяйства Бакырчикского горнодобывающего предприятия .....	20
3.1 Ограждающая дамба № 1 .....	22
3.2 Ограждающая дамба № 2 .....	23
3.3 Дамба № 3 .....	24
3.4 Дамба № 4 .....	25
3.5 Дамба № 5 .....	25
3.6 Плавающие насосные станции оборотного водоснабжения хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации .....	25
3.7 Плавающие насосные станции осветлённой воды № 1, 2 .....	26
3.8 Водоводы оборотной воды .....	27
3.9 Водовод осветлённой воды .....	27
3.10 Дренажная система .....	28
3.10.1 Верховая дренажная система с насосными станциями .....	28
3.10.2 Низовая дренажная система с насосной станцией .....	28
3.11 Ложе хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта .....	29
3.11.1 Ложе хвостохранилища хвостов сульфидной флотации .....	29
3.11.2 Ложе склада углеродного продукта .....	30
3.12 Система гидротранспорта хвостов .....	30
3.12.1 Система гидротранспорта хвостов сульфидной флотации .....	30
3.12.2 Система гидротранспорта углеродного продукта .....	31

3.13	Контрольно-измерительная аппаратура (КИА) .....	32
3.14	Нагорная канава .....	33
3.15	Руслоотводной канал ручья Безымянный № 3 .....	33
4	Исходные данные для проектирования .....	35
5	Описание принятых основных технических решений проектируемого хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 .....	39
5.1	Ограждающие дамбы и дамбы хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 .....	41
5.2	Противофильтрационные мероприятия хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 .....	46
5.2.1	Противофильтрационный экран ограждающих дамб .....	48
5.2.2	Противофильтрационный экран ложа хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 .....	48
5.3	Дренажная система .....	50
5.3.1	Низовые дренажные насосные станции .....	50
5.3.2	Трубчатый дренаж .....	51
5.4	Система гидротранспорта хвостов .....	53
5.5	Система оборотного водоснабжения .....	56
5.6	Система технологических трубопроводов .....	59
5.7	Контрольно-измерительная аппаратура (КИА) .....	60
5.8	Аккумулирующая ёмкость .....	64
5.9	Водный баланс хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 .....	65
5.9.1	Исходные данные для расчёта водного баланса .....	65
5.9.2	Расчёт водного баланса хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 .....	66
6	Данные о численности работников и их профессионально-квалификационном составе, числе рабочих мест .....	72
7	Мероприятия, направленные на предотвращение несанкционированного доступа на объект физических лиц, транспортных средств и грузов .....	73
8	Ссылочные нормативные документы .....	75
	Список использованных источников .....	78
	Приложение А Техническое задание .....	79
	Приложение Б Расчет превышения гребня дамб хвостохранилища сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 над максимальным уровнем воды .....	90
	Приложение В Расчёт устойчивости .....	95
	Приложение Г Atarfil HD TM-TMT .....	259
	Приложение Д Характеристики геотекстиля защитного Atarfil .....	261

Приложение Е Крепление верхового откоса .....	262
Приложение Ж ТКП ДП-598 от 10.11.2023 .....	264
Приложение И ТКП ДП-577-4 от 08.11.2023 .....	285
Приложение К Характеристики геотекстиля дренажного Atarfil .....	307
Приложение Л Гидравлический расчёт системы гидротранспорта .....	308
Приложение М ТУ на подключение к проектируемым трубопроводам .....	311
Приложение Н ТКП КВ-808 от 07.11.2023 .....	316

### Перечень таблиц

Таблица 2.1 – Критерии климатического районирования .....	18
Таблица 2.2 – Максимальная скорость ветра различной обеспеченности, (м/с) .....	18
Таблица 2.3 – Среднегодовая повторяемость (%) направления ветра и безветрия .....	18
Таблица 2.4 – Средняя скорость ветра по направлению, (м/сек) .....	19
Таблица 3.1 – Характеристика хвостов сульфидной флотации .....	21
Таблица 3.2 – Характеристика углеродного продукта .....	21
Таблица 3.3 – Основные параметры ограждающей дамбы № 1 .....	22
Таблица 3.4 – Основные параметры ограждающей дамбы № 2 .....	24
Таблица 3.5 – Протяженность гидротранспорта хвостов сульфидной флотации по очередям .....	31
Таблица 3.6 – Протяженность гидротранспорта углеродного продукта по очередям ....	32
Таблица 4.1 – Исходные проектные данные сульфидного продукта .....	35
Таблица 4.2 – Исходные проектные данные углеродного продукта .....	36
Таблица 4.3 – Минеральный состав хвостов сульфидной флотации .....	38
Таблица 5.1 – Основные параметры хвостохранилища хвостов сульфидной флотации	40
Таблица 5.2 – Основные параметры склада углеродного продукта № 2 .....	40
Таблица 5.3 – Основные параметры ограждающих дамб № 1 и 2 и дамб № 5-7 .....	43
Таблица 5.4 – Протяжённость трубчатого дренажа .....	52
Таблица 5.5 – Технические характеристики насосного оборудования гидротранспорта хвостов .....	53
Таблица 5.6 – Исходные данные для расчёта водного баланса .....	65
Таблица 5.7 – Водный баланс хвостохранилища хвостов сульфидной флотации .....	70
Таблица 5.8 – Водный баланс склада углеродного продукта № 2 .....	71
Таблица 6.1 – Штатный состав по обслуживанию хвостового хозяйства ОФ ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие» .....	72

## Введение

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

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

До 2022 года хвостохранилище хвостов сульфидной флотации и склад углеродного продукта эксплуатировался в соответствии с проектом «Хвостохранилище для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики Бакырчикского ГОКа», выполненный ТОО «Казахстанский Проектно-Инжиниринговый Центр «Литера 3» в 2016 г., заполнение и строительство хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта согласно проекту, предусматривается в четыре очереди.

В настоящее время хвостохранилище хвостов сульфидной флотации и склад углеродного продукта эксплуатируется в соответствии с проектом «Корректировка проекта «Золоторудное месторождение Бакырчик» Хвостохранилище для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие», выполненный ТОО «Георесурс Инжиниринг» в 2022 г. Хвосты укладываются наливным способом (с гидравлической укладкой хвостов и возвратом оборотной воды на фабрику), в эксплуатации 4-я очередь. Полезной ёмкости хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта будет достаточно для складирования хвостов до 2026 г.

Вид выпускаемой продукции предприятия: золотосульфидный концентрат.

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

Основными техническими решениями по объекту ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие» «Реконструкция хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики

## Том 4.1

ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие» в данном проекте рассматриваются задачи размещения дополнительного объёма хвостов ОФ от золоторудного месторождения за счёт реконструкции существующего хвостохранилища путём наращивания ограждающих дамб № 1 и 2 в четыре очереди до отметок: 459,5 м – 5-я очередь, 463,5 м – 6-я очередь, 467,0 м – 7-я очередь, 472,0 м – 8-я очередь, наращивания дамбы № 5 и строительства новых дамб № 6 и 7 с целью обеспечения необходимой ёмкости для размещения хвостов в один этап до отметки – 472,0 м. За счёт реконструкции хвостохранилища будет обеспечена работа системы гидротранспорта и складирования хвостов, а также возврата осветлённой воды на обогатительную фабрику.

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

Основные технические решения разработаны на весь период работы обогатительной фабрики Бакырчикского ГОКа, с учётом очередности и размещения всех запасов при дальнейшей отработке месторождения в объёме полезного хвостохранилища хвостов сульфидной флотации 28,15 млн. м<sup>3</sup> и склада углеродного продукта в первой карте 480 тыс. м<sup>3</sup> и второй карте 760 тыс. м<sup>3</sup>.

На основании действующих нормативных документов для реконструируемого хвостохранилища принято:

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

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

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

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

– прочие объекты, сооружения и системы необходимые для безопасной эксплуатации хвостохранилища и инженерной защиты сооружений.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

– ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация;

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

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



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



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

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

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

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

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

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

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

– Рекомендаций по проектированию и строительству противифльтрационных устройств из полимерных рулонных материалов», ВНИИГ им. Веденеева, «Гидрокор»;

– РД 34 15.073-91 Руководство по геотехническому контролю за подготовкой оснований и возведений грунтовых сооружений в энергетическом строительстве.

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

## **1 Местоположение, краткая географическая и экономическая характеристика района строительства**

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

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

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

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

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

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

## **2 Топографические, гидрологические, инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания**

### **2.1 Топографические условия**

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

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

### **2.2 Инженерно-геологические условия**

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

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

Согласно Карте общего сейсмического зонирования территории Казахстана (СП РК 2.03-30-2017\*) сейсмичность района составляет 6 баллов по карте ОСЗ-2475 и 7 баллов по карте ОСЗ-22475, СП РК 2.03-30-2017, приложение Б, для посёлка Калбатау.

#### **2.2.1 Геологическое строение**

В геологическом отношении исследуемая территория находится в северо-западной части Калбинской структурно-формационной зоны Зайсанской складчатой системы. В геологическом строении района принимают участие осадочные породы палеозоя, прорванные местами мелкими интрузивными телами.

Непосредственно, в геолого-литологическом строении участка хвостохранилища принимают участие следующие основные типы грунтов:

– техногенные современные четвертичные грунты ( $t Q_{IV}$ ) сформированы на участках отсыпки ограждающей дамбы хвостохранилища, дамб склада углеродного продукта и отсыпки подъездных дорог, и планировки территории, грунты большей частью возведены с уплотнением и представлены дресвяно-глыбово-щебенистыми отложениями от разработки скального грунта при строительстве объектов новой промплощадки, АБК и обогатительной фабрики. Петрографический состав обломков: алевролиты, песчаники, углисто-глинистые сланцы, порфириты. Мощность насыпных техногенных грунтов варьирует в пределах от 0,5 до 37,5 м;

– четвертичные верхнеплейстоценовые отложения ( $QN_3$ ), представленные с поверхности почвенно-растительным слоем – слабо гумусированным суглинком темно-коричневого и бурого цвета, с включением дресвы до 5-15 %. Мощность почвенно-растительного слоя составляет 0,10-0,20 м. Консистенция слабо гумусированного суглинка полутвердая и твердая, по составу грунт средний, по влажности сухой;

– делювиально-пролювиальные средне-верхнеплейстоценовые отложения ( $dp QN_{2-3}$ ), представленные суглинками и глинами твердой консистенции с включением дресвы до 15 % и щебенисто-дресвяными, дресвяно-щебенистыми грунтами с супесчано-суглинистым заполнителем до 15-25 %. Вскрытая на участках реконструируемого хвостохранилища мощность мелкообломочных грунтов составляет 0,2-4,80 м.

Форма обломков в составе отложений – угловато-уплощенная, петрографический состав обломков в составе делювиально-пролювиальных грунтов представлен подстилающими их скальными породами: песчаниками, углисто-кремнистыми алевролитами, алевропесчаниками и их сланцами.

Геолого-литологический разрез, в пределах исследованной территории, на глубину до 49,6 м представлен тремя стратиграфо-генетическими комплексами нелитифицированных и литифицированных отложений, два из которых образовались в результате естественно-исторического процесса формирования территории, а два являются техногенными (искусственными) образованиями, возникшем в результате инженерно-хозяйственной деятельности человека. Ниже приводится детальная характеристика каждого из выделенных стратиграфо-генетических комплексов отложений (сверху вниз).

На площадке изысканий выделены следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ):

Первый комплекс насыпной (техногенный) грунт –  $tQ_{IV}$ . Слагает тело насыпи, отсыпанной сухим способом. Представлены бессистемным нагромождением различного по составу грунта: дресвяно-глыбово-щебенистыми отложениями от разработки скального грунта (ИГЭ-1а) и суглинистого грунта (ИГЭ-1б).

ИГЭ-1а – представлен алевролитом, песчаником, углисто-глинистыми сланцами, порфиритами и дресвяно-глыбово-щебенистыми отложениями. Мощность

насыпных техногенных грунтов варьирует в пределах от 0,5 до 37,5 м. Слагает тело ограждающих дамб 1, 2, дамб 3, 4, 5.

ИГЭ-16 – представлен суглинком легким пылеватым, дресвяным, твердым, известковистым, с примесью органического вещества, незасоленный, среднепросадочный. Мощность насыпных техногенных грунтов варьирует в пределах от 0,1 до 15,5 м.

Второй комплекс. Делювиально-пролювиальные средне-верхнелепестовые отложения (dpQN<sub>2-3</sub>), представлены суглинками и глинами твердой консистенции с включением дресвы до 15 % и щебенисто-дресвяными, дресвяно-щебенистыми грунтами с супесчано-суглинистым заполнителем до 15-25 %.

ИГЭ-2 – суглинок легкий песчанистый с дресвой, твердый, известковый, с примесью органического вещества, незасоленный, сильнонабухающий. Вскрытая мощность 0,2-17,2 м.

ИГЭ-2 – глина легкая пылеватая твердая, известковистая, с низким содержанием органического вещества, незасоленная. Вскрытая мощность 0,98-5,62 м.

ИГЭ-4 – супесь песчанистая дресвянная, твердая, известковистая, незасоленная. Вскрытая мощность 0,2-1 м.

ИГЭ-5 – древесно-щебенистый грунт неоднородный, маловлажный. Вскрытая мощность 0,2-18,0 м.

ИГЭ-6 – щебенистый грунт неоднородный. Вскрытая мощность 0,20-1,60 м.

ИГЭ-7 – дресвяный грунт неоднородный. Вскрытая мощность 0,54-4,80 м.

Третий комплекс. Калбинская свита (C1Skb) представлена темно-серыми до черных углисто-глинистых сланцев, алевролитами с прослоями серых полимиктовых песчаников и редкими маломощными линзами темно-серых известняков.

ИГЭ-8 – песчаник очень плотный, прочный, неразмываемый. Вскрытая мощность 0,80 - 18,70 м.

ИГЭ-9 – Алевролит очень плотный, средней прочности, неразмываемый. Вскрытая мощность 0,50-14,90 м.

### 2.2.2 Гидрогеологические условия

В соответствии со схемой гидрогеологического районирования Восточного Казахстана, территория района Бакырчикского горнорудного предприятия и собственно хвостохранилища относится к Саяно-Алтайскому гидрогеологическому району первого порядка, Алтайскому району второго порядка и Калбинскому гидрогеологическому району третьего порядка.

Район приурочен к переходной зоне от горных систем Алтая к мелкосопочнику Центрального Казахстана. Это область холмистого, незначительно расчлененного рельефа, развитого на стыке двух региональных тектонических структур: Чарского антиклинория и Калбинского синклинория.

В районе месторождения и на участке реконструируемого хвостохранилища развиты два типа подземных вод: порово-пластовые в рыхлообломочных четвертичных отложениях и трещинные воды в скальных палеозойских образованиях. Трещинные воды в свою очередь разделяются на регионально-трещинные (трещинно-грунтовые),

развитые в верхней зоне экзогенного выветривания и трещинно-жильные грунтовые и слабо напорные, функционирующие в зонах тектонических нарушений. В местах совместного залегания трещинный и порово-пластовый водоносные горизонты иногда разделены водоупорными глинами павлодарской свиты.

Поровые и порово-пластовые воды приурочены к аллювиальным и аллювиально-пролювиальным водоносным горизонтам в средне-верхнелепистоценовых отложениях и спорадически распространены в делювиально-пролювиальных средне-верхнелепистоценовых отложениях.

Области питания трещинных вод в местах отсутствия перекрывающих водоупоров совпадают с областями их накопления и транзита. Разгрузка осуществляется за счет родникового выклинивания и мочажин в подошве склонов, в тальвегах логов. Основным базисом разгрузки глубоко проницаемых тектонических зон является долина реки Кызылсу, на участке изысканий – ручей Безыманный № 3 (в настоящее время отводится от площадки изысканий существующим руслоотводным каналом ручья Безыманный № 3).

По типу воды грунтовые и слабонапорные с величиной напора 3,2-8,6 м.

Основным источникам формирования водных ресурсов района являются атмосферные осадки. Характер их участия в питании поверхностных и подземных вод определяется сочетанием многих природных факторов – промерзшая или талая зона аэрации с момент снеготаяния, скорость снеготаяния и т.д.

Неблагоприятными факторами формирования подземных и поверхностных вод является дефицит влажности, в целом засушливый климат с малым количеством осадков и большой величиной испарения.

В процессе производства инженерно-геологической разведки, в пределах исследованной территории, в 35 скважинах, пробуренных в пределах исследованной территории вскрыт горизонт от пресных до слабосолоноватых грунтовых вод.

По состоянию с октября 2022 по май 2023 года положение уровня грунтовых вод (УГВ) зафиксировано на глубинах от 0,8 до 9,8 м (в зависимости от гипсометрического положения поверхности земли). В абсолютных отметках положение УГВ представляется в следующем виде: от 415,29 до с 483,64 м. Питание водоносный горизонт получает за счет атмосферных осадков.

### **2.3 Инженерно-гидрометеорологические условия**

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

#### **2.3.1 Гидрометеорологическая изученность**

Гидрометеорологическая изученность отражается в данных многолетних наблюдений Республиканского государственного предприятия на праве хозяйственного ведения «Казгидромет» Республики Казахстан (далее – РГП на ПХВ «Казгидромет») – метеостанция «Шалабай» (49.70, 81.51).

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

Работы выполнены в полевой и камеральный период.

### 2.3.2 Климатические условия

По схематической карте районирования территории Республики Казахстан для строительства из СП РК 2.04-01-2017 район проектирования относится к климатическому району I и подрайону IV. Климат района резко континентальный с продолжительной холодной зимой и коротким жарким и засушливым летом, большими сезонными и суточными колебаниями температуры воздуха. Согласно ГОСТ 16350-80 климат района характеризуется как умеренно холодный. Самый холодный месяц – январь, самый теплый – июль. Критерии климатического районирования показаны в таблице (Таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Критерии климатического районирования

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

### Ветровая нагрузка

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

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

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

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

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



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

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

### **Снеговая нагрузка**

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

### **Сведения о гололеде**

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

### **2.3.3 Опасные гидрометеорологические процессы и явления**

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

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

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



### **3 Состояние существующего хвостового хозяйства Бакырчикского горнодобывающего предприятия**

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

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

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

Согласно «Правилам определения общего порядка отнесения зданий и сооружений к техническим и (или) технологически сложным объектам» ГТС по уровню ответственности - II (нормальный уровень ответственности) – класс капитальности хранилища (как ГТС в зависимости от высоты дамбы и типа грунтов основания) – III, принят согласно «Рекомендации по проектированию и строительству шламонакопителей и хвостохранилищ металлургической промышленности» п. 3.25 таблица 1.

Природный рельеф чаши хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации относительно ровный со слабым наклоном поверхности на юг и юго-запад к местному базису эрозии – руслу ручья Безымянный № 3.

Абсолютные отметки поверхности изменяются в пределах от 421,60 до 465,0 м.

Площадка склада углеродного продукта располагается в северо-восточной части существующего хвостохранилища. Природный рельеф площадки со слабым наклоном поверхности на юго-запад к руслу ручья Безымянный № 3 имеет абсолютные отметки в пределах от 443,55 до 454,20 м. Общая площадь земель, занятая объектами хвостового хозяйства составляет 163,5 га.

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

Таблица 3.1 – Характеристика хвостов сульфидной флотации

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

Таблица 3.2 – Характеристика углеродного продукта

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

Сооружения, входящие в состав хвостового хозяйства:

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

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

### 3.1 Ограждающая дамба № 1

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

Таблица 3.3 – Основные параметры ограждающей дамбы № 1

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 3.2 Ограждающая дамба № 2

Максимальная проектная отметка ограждающей дамбы № 2 – 455,50 м. Согласно проекту, ограждающая дамба № 2 возводится в четыре очереди. Для оптимизации строительных работ ограждающая дамба № 2 была возведена на полную высоту в рамках 2-й очереди строительства (до отметки 455,50 м). Отсыпка очередей велась в сторону низового откоса ограждающей дамбы № 2 на подготовленное основание. Ширина ограждающей дамбы № 2 по гребню по проекту [1] заложена 10,0 м,

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

Таблица 3.4 – Основные параметры ограждающей дамбы № 2

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

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

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

### 3.3 Дамба № 3

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

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

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

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

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

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

### **3.4 Дамба № 4**

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

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

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

Для пропуска строительных расходов в основании дамбы № 3 устраивается стальная труба DN600. Трубы рассчитаны на пропуск строительных расходов ручья Безымянный № 3 в безнапорном режиме. После завершения эксплуатации трубы для пропуска строительных расходов используется для отведения подземных вод из-под экрана хвостохранилища в дренажную насосную станцию.

### **3.5 Дамба № 5**

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

Дамба № 5 отсыпана на естественном основании.

Низовой откос укреплен защитным слоем из щебня и глины. На верховом откосе защитный экран состоит из: защитного слоя щебня, суглинка, противофильтрационного экрана из полиэтиленовой геомембраны толщиной 1,5 мм и выравнивающего слоя из суглинка.

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

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

Плавающие насосные станции оборотного водоснабжения (плавающая насосная станция оборотного водоснабжения и плавающая насосная станция оборотного

водоснабжения (резервная) предназначены для подачи осветленной воды из пруда хвостохранилища хвостов сульфидной флотации в ёмкость оборотной воды для использования в технологическом процессе ОФ.

Плавучие насосные станции оборотного водоснабжения обеспечивают подачу воды на фабрику с расходом: 450 м<sup>3</sup>/ч в пониженном режиме, 500 м<sup>3</sup>/ч в нормальном режиме и в пиковом режиме до 550 м<sup>3</sup>/ч по напорному полиэтиленовому трубопроводу. Предусмотрено техническое решение по недопущению примерзания льда к понтону насосной станции (подача воды напором по периметру насосной станции от независимого насоса).

Категория сооружения по степени обеспеченности подачи воды - II.

Перекачиваемая среда - осветленная (техническая) вода.

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

Для соединения с берегом предусмотрен гибкий трубопровод DN300 длиной 100,0 м с системой электрообогрева (греющим кабелем и утеплением).

Плавучие насосные станции оборотного водоснабжения через переходный мостик закреплены к берегу, а для ограничения угловых перемещений насосной станции предусмотрена система якорения. Якорения станции осуществляется мертвыми якорями в виде бетонных блоков.

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

### 3.7 Плавучие насосные станции осветлённой воды № 1, 2

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

По проекту [1] расположение насосных станции предполагалось на дамбе № 3, при разработке рабочей документации по требованию Заказчика насосные станции были размещены на дамбе № 4, чтобы избежать замутнения воды из-за близкого расположения намывных выпусков пульповодов.

Плавучая насосная станция обеспечивает подачу воды с расходом 100 м<sup>3</sup>/ч и напором – 25,0 м.

Категория сооружения по степени обеспеченности подачи воды – II.

Перекачиваемая среда - осветленная (техническая) вода.



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

Для соединения с берегом предусмотрен гибкий трубопровод DN150 длиной 50,0 м с системой электрообогрева (греющим кабелем и утеплением).

Насосные станции через переходный мостик закреплены к берегу, а для ограничения угловых перемещений насосных станций предусмотрены системы якорения.

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

### **3.8 Водоводы оборотной воды**

Водовод оборотной воды и водовод оборотной воды (резервный) предназначены для подачи осветленной воды из отстойного прудка хвостохранилища хвостов сульфидной флотации на ОФ. Осветлённая вода из отстойного прудка хвостохранилища забирается плавучими насосными станциями оборотной воды, по напорным водоводам оборотной воды из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR 17-355х21,1 по ГОСТ 18599-2001 перекачивается в технологический процесс фабрики.

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

### **3.9 Водовод осветлённой воды**

Водовод осветленной воды предназначен для перекачки осветленной воды с карт № 1 и 2 склада углеродного продукта в хвостохранилище хвостов сульфидной флотации. Водовод проходит по гребню дамбы № 4, выполнен из труб ПЭ 100 SDR 17-200×11,9 в теплоизоляции толщиной 80 мм с греющим кабелем. Протяженность водовода составляет 342,6 м.

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

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



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

### **3.10 Дренажная система**

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

#### **3.10.1 Верховая дренажная система с насосными станциями**

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

Дренажная система хвостохранилища включает в себя:

- организацию дренажа из перфорированных полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR 17-315×18.7 с устройством обратного фильтра;
- площадки из грунта вскрыши для размещения дренажных насосных станций № 1 и 2;
- насыпи для размещения напорных водоводов и проездов для их обслуживания;
- дренажные насосные станции, представляющих собой колодцы из стальной трубы Ø1420, и утепленное помещение над колодцем с расположенной в нем запорной арматурой и щитами управления.

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

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

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

Из колодцев дренажные воды перекачиваются по напорным стальным трубопроводам Ø159 x 4,5 в водоприемник: из насосной станции № 1 – в руслоотводной канал руч. Безымянный № 3; из насосной станции № 2 – в нагорную канаву и далее отводятся руслоотводным каналом руч. Безымянный № 3.

#### **3.10.2 Низовая дренажная система с насосной станцией**

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

Дренажная система хвостохранилища предусматривает:

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

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

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

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

### **3.11 Ложе хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта**

В ложе хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта предусмотрен противοfiltrационный экран. В качестве гидроизолирующего элемента выступает геосинтетический материал – геомембрана из полиэтилена высокой плотности ПЭВП (HDPE) толщиной 1,5 мм. Конструкция противοfiltrационного экрана предусматривает подстилающий и защитный слои.

#### **3.11.1 Ложе хвостохранилища хвостов сульфидной флотации**

Противοfiltrационный экран ложа хвостохранилища хвостов сульфидной флотации включает: подстилающий слой из дресвяно-щебнистого грунта толщиной 0,3 м, поверх которого уложен выравнивающий слой из связных грунтов толщиной 0,2 м. Поверх выравнивающего слоя уложена полиэтиленовая геомембрана, поверх которой отсыпается защитный слой из связного грунта толщиной - 0,2 м. Поверх защитного слоя

из связного грунта укладывается слой крепления из дресвяно-щебнистого грунта толщиной 0,3 м. Гидроизоляционный экран соединяется с гидроизоляционными экранами ограждающей дамбы № 1 и экраном дамбы № 3, крепиться в анкерной траншее по границе укладки. Ширина нахлеста полотнищ – 0,3 м. Геомембрана укладывается в направлении от границы укладки вниз по рельефу.

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

### **3.11.2 Ложе склада углеродного продукта**

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

## **3.12 Система гидротранспорта хвостов**

### **3.12.1 Система гидротранспорта хвостов сульфидной флотации**

Система гидротранспорта хвостов сульфидной флотации состоит из магистральных и распределительных пульповодов.

Согласно проекта [2] предусматривается 2 магистральных пульповода хвостов сульфидной флотации. Пульповод хвостов сульфидной флотации (правая нитка) выполняется из труб ПЭ 100 SDR 17-400x23,7 мм, прокладываемых на низких деревянных опорах в теплоизоляции матами из базальтового волокна толщиной 80,0 мм. Прокладка пульповода – надземная. Согласно проекту, трасса пульповода хвостов сульфидной флотации (правой нитки) проходит вдоль подъездной автомобильной дороги № 1 на ограждающую дамбу № 1. Пульповод хвостов сульфидной флотации (левая нитка) выполняется из труб ПЭ 100 SDR 17-450x26,7 мм, прокладывается аналогично правой нитке на низких деревянных опорах в теплоизоляции матами из базальтового волокна толщиной 80,0 мм. Трасса пульповода хвостов сульфидной флотации (левой нитки) проходит по ограждающей дамбе № 2 к дамбе № 3 вдоль автодороги № 2. По трассе пульповодов устраиваются ж.б. и скользящих опор. Ж.б. опоры устанавливаются через 100,0 м. Скользящие опоры устанавливаются через 3,0 м. т. к. «мёртвых» опор по трассе водоводов не предусматривается, компенсаторы не устанавливаются, температурные расширения компенсируются углами поворотов трассы водовода.

Распределительные пульповоды хвостов сульфидной флотации проложены в одну нитку по гребню ограждающей дамбы № 1 из труб ПЭ 100 SDR 17-400x23,7 мм и по гребню дамбы № 3 в одну нитку из труб ПЭ 100 SDR 17-450x26,7 мм. Трубы проложены надземно, аналогично магистральным пульповодам. По трассе распределительных пульповодов устраиваются рассредоточенные выпуски пульпы (по ограждающей дамбе № 1 – 31 шт., по дамбе № 3 – 24 шт. На распределительных пульповодах предусмотрено устройство затворов шланговых 33a17p7 DN150, PN6. После затворов на стальные патрубки смонтированы рукава В(II)-6,3-160-182-ХЛ L = 15 м. Также для организации сброса пульпы устроены сосредоточенные сбросы,

оборудованных задвижками шиберно-ножевыми с редукторным приводом по трассе магистральных пульповодов.

При аварийной остановке пульповодов производится его опорожнение через сосредоточенные выпуски и аварийно-опорожнительные выпуски. Пульпа с аварийно-опорожнительного выпуска № 1 сливается в существующий аварийный пруд, с аварийно-опорожнительного выпуска № 2 и остальных выпусков в чашу хвостохранилища хвостов сульфидной флотации. На распределительных пульповодах предусмотрено устройство затворов шланговых 33a17p DN200, PN10. После затворов на стальные патрубки смонтированы рукава В(II)-6,3-200-225-ХЛ L = 15 м. Для выпуска воздуха с системы предусмотрены устройства из трубы стальной Ø38 x 2,5, а также крана шарового КШ 32,16.3110 в количестве 3 шт. Протяженность пульповодов сульфидной флотации приведена в таблице. (Таблица 3.5).

Таблица 3.5 – Протяженность гидротранспорта хвостов сульфидной флотации по очередям

Гидротранспорт хвостов сульфидной флотации				
Нитка пульповода	1-я очередь	2-я очередь	3-я очередь	4-я очередь
Правая, м	2700	2610	2530	2748
Левая, м	-	2005	2462,5	-

### 3.12.2 Система гидротранспорта углеродного продукта

Магистральный пульповод углеродного продукта уложен вдоль автодороги № 2, к дамбе № 3, выполнен на низких опорах из деревянного бруса. Согласно проектной документации [2] предусматривается устройство пульповода углеродного продукта из труб ПЭ 100 SDR 17-200x11,9 мм по ГОСТ 18599-2001 в теплоизоляции толщиной 80,0 мм с электрообогревом, проложен в одну нитку. Прокладка пульповода – надземная. По трассе пульповодов устраиваются ж.б. и скользящие опоры. Ж.б. опоры устанавливаются через 100,0 м. Скользящие опоры устанавливаются через 1,5 м. Т. к. «мёртвых» опор по трассе водоводов не предусматривается, компенсаторы не устанавливаются, температурные расширения компенсируются углами поворотов трассы водовода.

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

По трассе пульповода устраиваются 12 рассредоточенных выпусков, по 6 шт. для каждой карты склада углеродного продукта расстояние между выпусками 50,0 м. По гребню дамбы № 3 также предусмотрено устройство 1-го сосредоточенного сброса

пульпы. На выпусках устанавливаются шланговые затворы, на сосредоточенном сбросе-шиберная задвижка. Для выпуска воздуха с системы предусмотрены устройства из стальной трубы  $\varnothing 38 \times 2,5$ , а также шарового крана в количестве 3 шт. Протяженность пульповода углеродного продукта приведена в таблице (Таблица 3.6).

Таблица 3.6 – Протяженность гидротранспорта углеродного продукта по очередям

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

Распределительные пульповоды секционированы дисковыми затворами по три выпуска.

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

### 3.13 Контрольно-измерительная аппаратура (КИА)

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

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

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

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

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

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

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

ограждающей дамбы № 2 на 2 очереди установлено: пьезометрических скважин – 6, поверхностных марок – 5.

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

### 3.14 Нагорная канава

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

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

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

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

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

### 3.15 Руслоотводной канал ручья Безымянный № 3

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

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

Для приёма и направления стока с нагорной канавы и ручья Безымянный № 3 в руслоотводной канал в его начале устроена приемная емкость с креплением из дресвяно-щебенистого грунта  $D_{\text{ср.}}=100$  мм и отсечная дамба из суглинка. В дамбе предусмотрен



зуб из суглинка, подошва которого фактически доведена до водоупора (глины или кровли коренных пород). Поверх слоя из суглинка дамба отсыпается дресвяно-щебенистым грунтом, поверх которого со стороны приемной емкости устраивается слой крепления камнем  $D_{\text{ср.}} = 100 \text{ мм}$ , слоем  $0,5 \text{ м}$ .

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

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

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

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

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

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

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

#### 4 Исходные данные для проектирования

Исходными данными для проектирования являются следующие материалы:

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

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

Таблица 4.1 – Исходные проектные данные сульфидного продукта

Наименование	Ед. изм.	Величина
Годовая переработка	т	2 600 000
КИО ОФ	-	0,937
Время работы ОФ	сут	342
Производительность ОФ	т/ч	316,76
Выход хвостов	%	92,196
Содержание твердого	%	30
Содержание влаги	%	70
Твердая фаза	т/г.	2 397 096,00
	т/сут	7 008,95
	т/ч	292,04
Жидкая фаза	м³/г.	5 593 224,00
	м³/сут	16 354,22
	м³/ч	681,43
Всего пульпы (твёрдая и жидкая фаза)	т/г.	7 990 320,00
	т/сут	23 363,17
	т/ч	973,47
	м³/г.	6 455 488,75
	м³/сут	18 875,42
	м³/ч	786,48
Средневзвешенный диаметр хвостов	мм	0,05
Отношение Т:Ж (по весу)	-	1:2.33
Потребность ОФ в воде всего	м³/г.	5 593 224,00



Наименование	Ед. изм.	Величина
	м³/сут	16 354,22
	м³/ч	681,43
Удельный вес твердого (частиц)	т/м³	2,78
Удельный вес пульпы	т/м³	1,24
Плотность скелета хвостов	т/м³	1,35
Пористость укладываемых хвостов	%	51
Водородный показатель	pH	9,00
Коэффициент неравномерности выхода хвостов	—	1,20
Температура пульпы:	°C	+5...+25
на выходе из фабрики/на выходе из пульповода		
Требования к качеству оборотной воды, менее	мг/л	500,00

Таблица 4.2 – Исходные проектные данные углеродного продукта

Хвосты флотации (углеродный продукт)		
Наименование	Ед. изм.	Величина
Годовая переработка	т	2 600 000
КИО ОФ	-	0,937
Время работы ОФ	сут	342
Производительность ОФ	т/ч	316,76
Выход хвостов	%	2,500
Содержание твердого	%	10
Содержание влаги	%	90
Твердая фаза	т/г.	65 000,00
	т/сут	190,06
	т/ч	7,92
Жидкая фаза	м³/г.	585 000,00
	м³/сут	1710,50
	м³/ч	71,27
Всего хвостов	т/г.	650 000,00

Хвосты флотации (углеродный продукт)		
Наименование	Ед. изм.	Величина
Всего хвостов	т/сут	1900,56
	т/ч	79,19
	м³/г.	611 000,00
	м³/сут	1786,52
	м³/ч	74,44
Средневзвешенный диаметр хвостов	мм	0,05
Отношение Т:Ж (по весу)	-	1:9
Потребность ОФ в воде всего	м³/г.	151 666,67
	м³/сут	443,46
	м³/ч	18,48
Удельный вес твердого (частиц)	т/м³	2,50
Удельный вес пульпы	т/м³	1,06
Плотность скелета хвостов	т/м³	1,20
Пористость укладываемых хвостов	%	52
Водородный показатель	pH	9,00
Коэффициент неравномерности выхода хвостов	—	1,20
Температура пульпы:	°C	+5...+25
на выходе из фабрики/на выходе из пульповода		
Требования к качеству оборотной воды, менее	мг/л	500,00

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

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

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

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

Таблица 4.3 – Минеральный состав хвостов сульфидной флотации

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

Минералогический состав усредненный (% массовые, варьирует):

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

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

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

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

На основании действующих нормативных документов для реконструируемого хвостохранилища принято:

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

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

Реконструкция хвостохранилища хвостов сульфидной флотации осуществляется в пять этапов:

- 1 этап – строительство объектов инженерной защиты территории хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склад углеродного продукта;
- 2-й – 5-й этапы – строительство 5-й - 8-й очередей соответственно.

Строительство склада углеродного продукта № 2 осуществляется в рамках 2-го этапа (5-й очереди).

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

Для размещения углеродного продукта в рамках 5-й очереди (2-го этапа) организуется новый склад углеродного продукта – склад углеродного продукта № 2, полезным объемом 1,24 млн м<sup>3</sup>, состоящий из двух карт: 0,48 и 0,76 млн м<sup>3</sup>.

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

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

Таблица 5.1 – Основные параметры хвостохранилища хвостов сульфидной флотации

Параметры	5-я очередь	6-я очередь	7-я очередь	8-я очередь
Объем хвостохранилища полезный, млн м <sup>3</sup>	5,87	12,26	18,40	28,15
Площадь хвостохранилища полезная, млн м <sup>2</sup>	1,74	1,86	1,98	2,12
Вместимость хвостохранилища, млн м <sup>3</sup>	5,51	12,26	17,69	28,14
Коэффициент использования емкости хвостохранилища (коэффициент заполнения)	0,94	1,00	0,96	0,99
<b>Примечания</b> 1 Объем хвостохранилища полезный – объем чаши в пределах проектной отметки ее заполнения хвостами, шламами, илами и водой. 2 Площадь хвостохранилища полезная – площадь горизонтальной проекции ложа хвостохранилища в пределах отметки его заполнения. 3 Вместимость хвостохранилища – количество хвостов, которое можно уложить в хранилище при принятой в проекте технологии его заполнения. 4 Коэффициент использования емкости хвостохранилища (коэффициент заполнения) – отношение вместимости к полезному объему хвостохранилища. 5 Плотность скелета хвостов принята 1,35 т/м <sup>3</sup> для хвостов сульфидной флотации согласно ТЗ. Плотность частиц хвостов 2,78 т/м <sup>3</sup> для хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта принято согласно ТЗ. 6 Всего за период с 2026 г. по 2040 г. в хвостохранилище хвостов сульфидной флотации требуется разместить 26 634 405 м <sup>3</sup> хвостов при объеме отстойного пруда на конец эксплуатации не более 1,51 млн м <sup>3</sup> .				

Таблица 5.2 – Основные параметры склада углеродного продукта № 2

Параметры	1-я и 2-я карты
Объем склада углеродного продукта № 2 полезный, млн. м <sup>3</sup>	1,24
Площадь склада углеродного продукта № 2 полезная, тыс. м <sup>2</sup>	308,00
Вместимость склада углеродного продукта № 2, млн. м <sup>3</sup>	1,18
Коэффициент использования емкости склада углеродного продукта № 2 (коэффициент заполнения)	0,95
<b>Примечания</b> 1. Плотность скелета хвостов принята 1,2 т/м <sup>3</sup> для хвостов углеродного продукта согласно ТЗ. 2. Плотность частиц хвостов 2,5 т/м <sup>3</sup> для хвостов углеродного продукта принято по ТЗ. 3. Всего за период с 2026 г. по 2040 г. в склад углеродного продукта № 2 требуется разместить 812,5 тыс. м <sup>3</sup> хвостов при объеме отстойного пруда на конец эксплуатации 138 тыс. м <sup>3</sup> для 1-й карты и 230,0 тыс. м <sup>3</sup> для 2-й карты.	

План проектируемого хвостохранилища хвостов сульфидной флотации 8-й очереди и склада углеродного продукта № 2 представлен на чертеже 34 02 13 072 00-TX2, лист 2.

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

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

Ограждающие дамбы № 1 и 2 и дамбы № 5-7 по типу – земляные, насыпные с противофильтрационным элементом в виде сплошного экрана на внутренних откосах и в ложе из геосинтетического материала. До начала строительства сооружений выполняется снятие плодородно-растительного слоя толщиной 0,20 м (уточняется по ИГИ). Основные параметры ограждающих дамб № 1 и 2 и дамб № 5-7 по очередям приведены в таблице (Таблица 5.3).

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

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

Требования к пределу прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии, марке камня, коэффициенту размягчаемости, гранулометрическому составу, плотности и водопоглощению, а также другим специфическим свойствам устанавливаются по РД 34 15.073-91, СП РК 3.04-109-2012, СП РК 3.04-101-2013, СП РК 3.04-105-2014, СП РК 5.01-101-2013, СН РК 5.01-01-2013, СП РК 5.01-102-2013, СН РК 5.01-02-2013.

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

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

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

Расчётное обоснование устойчивости и надежности дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта представлено в Техническом отчёте «Расчёт устойчивости и напряжённо-деформированного состояния дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта с

учётом фильтрационного режима», приведён в приложении В. Статическая и сейсмическая устойчивость откосов ограждающих дамб № 1 и 2, дамб № 5, 6 и 7 хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта соответствуют требованиям СП РК 3.04-101-2013, предъявляемым к сооружениям I класса.

По результату расчета устойчивости даны следующие рекомендации по обеспечению безопасного строительства и эксплуатации хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта:

1. Величину строительного подъёма для дамб рекомендуется принять по прогнозируемой максимальной величине осадки на гребне в процессе строительства и эксплуатации равной:

- для ограждающей дамбы № 1 (5-й очереди): 0,20 м;
- для ограждающей дамбы № 1 (6-й очереди): 0,25 м;
- для ограждающей дамбы № 1 (7-й очереди): 0,20 м;
- для ограждающей дамбы № 1 (8-й очереди): 0,30 м;
- для ограждающей дамбы № 2 (5-й очереди): 0,15 м;
- для ограждающей дамбы № 2 (6-й очереди): 0,15 м;
- для ограждающей дамбы № 2 (7-й очереди): 0,15 м;
- для ограждающей дамбы № 2 (8-й очереди): 0,20 м;
- для дамбы № 5 (5-й очереди): 0,25 м;
- для дамбы № 6 (5-й очереди): 0,15 м;
- для дамбы № 7 (5-й очереди): 0,15 м.

2. При устройстве защитных слоёв необходим подбор материалов, обеспечивающий минимальный угол трения на границе слоёв не менее  $22^{\circ}$ . Это означает, что гладкая с одной стороны геомембрана не подходит для устройства защитных слоёв на откосах дамб, требуется замена на текстурированную с двух сторон геомембрану. Характеристики трения должны быть подтверждены испытаниями.



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

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

Наименование	Ограждающая дамба № 1	Ограждающая дамба № 2	Дамба № 5	Дамба № 6	Дамба № 7
4. Ширина бермы наружного откоса ограждающей дамбы № 1 5-й очереди (13 м) принята с учётом технологии производства работ. Максимальная высота ограждающей дамбы № 1 хвостохранилища хвостов сульфидной флотации составит 53,0 м (8-я очередь), что классифицирует её как гидротехническое сооружение I класса в соответствии с СП РК 3.04-101-2013 и I (повышенного) уровня ответственности в соответствии с «Правилами определения общего порядка отнесения зданий и сооружений к технически и (или) технологически сложным объектам», утвержденные приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 28 февраля 2015 года № 165.					

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

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

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

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

Укладка противофильтрационного элемента производится специализированными организациями, являющимися членами Международной ассоциации монтажников геосинтетики с соответствующими лицензиями на данный вид работ Национального Агентства Контроля Сварки (НАКС) и имеющими опыт укладки геосинтетических материалов на аналогичных объектах. Контроль качества укладки геосинтетического материала должен проводиться как в процессе производства работ, так и полностью готового противофильтрационного элемента.

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

Степень уплотнения, плотность, влажность и гранулометрический состав и требуемые технологические параметры отсыпаемых грунтов контролируется

строительной лабораторией. Укладка мёрзлого связного грунта и льда в гидротехнические сооружения, защитные и переходные слои и т. д. не допускается.

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

Планы развития и основные объемы работ с разделением по очередям приведены на чертежах 34 02 13 072 00 - TX2 листы 2-5, сечения по хвостохранилищу хвостов сульфидной флотации и складу углеродного продукта № 2 приведены на чертежах 34 02 13 072 00 - TX2 листы 6-7, разрезы по ограждающим дамбам № 1 и 2 и по дамбам № 5-7 приведены на чертежах 34 02 13 072 00 – TX2 листы 8-22, продольные профили по хвостохранилищу хвостов сульфидной флотации и складу углеродного продукта № 2 приведены на чертежах 34 02 13 072 00 – TX2 листы 23-26, конструкции гребней дамб приведены на чертеже 34 02 13 072 00 – TX2 лист 29.

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

В качестве противофильтрационных мероприятий предусмотрены:

- экран из геосинтетических материалов;
- дренажная система.

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

В качестве противофильтрационного элемента для противофильтрационного экрана ограждающих дамб № 1 и 2 и дамб № 5-7 принят искусственный (геосинтетический) материал – полимерная геомембрана (из полиэтилена высокой плотности) толщиной 1,5 мм HDPE-T, имеющую текстурированную поверхность с двух сторон (устраивается на откосах дамб, насыпей). В качестве противофильтрационного элемента для противофильтрационного экрана ложа хвостохранилища сульфидной флотации принят искусственный (геосинтетический) материал – полимерная геомембрана (из полиэтилена высокой плотности) толщиной 1,5 мм HDPE-ST, имеющую текстурированную поверхность, с одной стороны. В качестве противофильтрационного элемента для противофильтрационного экрана ложа склада углеродного продукта № 2 (карт 1 и 2) принят искусственный (геосинтетический) материал – полимерная геомембрана (из полиэтилена высокой плотности) толщиной 1,5 мм HDPE-HD, имеющую гладкую поверхность с обеих сторон. Геомембрана из полиэтилена высокой плотности HDPE-HD, HDPE-ST и HDPE-T, толщиной 1,5 мм должна соответствовать стандарту GRI GM13 «Стандартные технические условия.

## Том 4.1

Свойства, частота проведения испытаний и рекомендуемые гарантии для гладких и текстурированных геомембран из полиэтилена высокой плотности» указаны в приложении Г.

В качестве геомембраны предлагается использовать геомембрану Atarfil или аналог, отвечающий техническим условиям и требованиям Республики Казахстан.

Работы по строительству противофильтрационных экранов с применением полимерной геомембраны выполняются в строгом соответствии с требованиями [3], СН 551-82 «Инструкция по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полиэтиленовой плёнки для искусственных водоёмов», а также международными инструкциям по укладке геомембраны, основанных на рекомендациях IAGI (Международной ассоциации монтажников геосинтетики) и руководства производителя:

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

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

В качестве основного метода сварки используется контактная сварка специальными сварочными аппаратами с образованием нахлесточного шва с получением двойного шва с каналом для испытания герметичности. Экструзионная сварка применяется только тогда, когда невозможно использование аппарата двойного шва, например, для обварки мест проникновения труб, устройства заплаток, ремонта геомембраны.

Перед проведением обратной засыпки уложенной и сваренной геомембраны, все швы должны быть проверены неразрушающим методом по всей длине шва. Выявленные дефекты должны быть исправлены, повторно протестированы и отмечены как полностью устранённые. Контроль качества сварных швов на герметичность

производится: для двойных швов – тестированием избыточным давлением; для экструзионных швов – тестированием с помощью вакуумной ванны. Только после проверки поверхности геомембраны и герметичности сварных швов может быть выполнена отсыпка защитного слоя грунта.

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

Поверх геомембраны HDPE-ST и HDPE-T предусматривается слой из геотекстиля, который выполняет защитную функцию. В качестве защитного геотекстиля предлагается использовать полипропиленовый нетканый геотекстиль иглопробивной из штапельных волокон GTX NWH 800 или аналог, соответствующий техническим условиям и требованиям Республики Казахстан с характеристиками, указанными в приложении Д настоящей проектной документации. Полотна геотекстиля укладываются параллельно с нахлестом не менее 0,3 м и могут быть сварены.

### **5.2.1 Противοfiltrационный экран ограждающих дамб**

В качестве противοfiltrационного элемента ограждающих дамб принят искусственный (геосинтетический) материал – полиэтиленовая геомембрана HDPE-T текстурированная с двух сторон (из полиэтилена высокой плотности) толщиной 1,5 мм.

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

Во избежание повреждения противοfiltrационного элемента (геомембраны) крупнообломочным грунтом, предусматривается защитный слой из геотекстиля.

Конструкция противοfiltrационного экрана ограждающих дамб приведена на чертеже 34 02 13 072 00-TX2, лист 29, сечения по сооружениям хвостохранилища приведены на чертежах 34 02 13 072 00-TX2, листы 6-22.

### **5.2.2 Противοfiltrационный экран ложа хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2**

В качестве противοfiltrационного элемента для противοfiltrационного экрана ложа хвостохранилища сульфидной флотации принят искусственный (геосинтетический) материал – полимерная геомембрана (из полиэтилена высокой плотности) толщиной 1,5 мм HDPE-ST, имеющую текстурированную поверхность, с одной стороны. В качестве противοfiltrационного элемента для противοfiltrационного экрана ложа склада углеродного продукта № 2 (карт 1 и 2)

## Том 4.1

принят искусственный (геосинтетический) материал – полимерная геомембрана (из полиэтилена высокой плотности) толщиной 1,5 мм HDPE-HD, имеющую гладкую поверхность с обеих сторон.

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

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

Для ложа хвостохранилища хвостов сульфидной флотации геомембрана HDPE-ST укладывается поверх подстилающего слоя текстурой вверх. Поверх геомембраны укладывается защитный слой из слабоводопроницаемого ненабухающего непросадочного глинистого грунта толщиной 0,5 м с крупностью частиц заполнителя менее 5 мм.

Для обеспечения технологической возможности возведения склада углеродного продукта с использованием тяжёлой техники без риска повреждения геосинтетического противофильтрационного элемента в ложе склада углеродного продукта вдоль нижней бровки дамб № 5 и № 6 (шириной 10 м) и на бортах ложа предусматривается следующая конструкция. После укладки подстилающего слоя и геомембраны, уложенной текстурой вверх, укладывается слой геотекстиля, выполняющего защитную функцию. Поверх геотекстиля укладывается защитный слой из суглинка с дресвяно-щебенистым заполнителем толщиной 0,50 м, поверх которого отсыпается ещё один защитный слой из крупнообломочного грунта фр. 20-50 мм толщиной 0,50 м.

В качестве защитного геотекстиля предлагается использовать полипропиленовый нетканый геотекстиль иглопробивной из штапельных волокон GTX NWN 800 или аналог, соответствующий техническим условиям и требованиям Республики Казахстан с характеристиками, указанными в приложении Д настоящей проектной документации. Полотна геотекстиля укладываются параллельно с нахлестом не менее 0,3 м и могут быть сварены.

Центральная часть карт 1 и 2 ложа склада углеродного продукта устраивается без грунтовых защитных слоёв. В качестве защитного слоя геомембраны предусматривается защитный слой из воды в дальнейшем замытый пульпой при эксплуатации 5-й очереди.

Для защиты целостности экрана ложа склада углеродного продукта в первый зимний год эксплуатации 5-й очереди толщина защитного слоя воды принята не менее 0,95 м согласно данным по максимальной толщине льда из отчёта по инженерно-гидрометеорологическим изысканиям [4]. Объем защитного слоя воды учтен в расчете



водного баланса склада углеродного продукта, представленный в разделе 4.6.2 настоящей проектной документации.

Конструкция ложа хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 приведена на чертеже 34 02 13 072 00-TX2, лист 2, сечения по хвостохранилищу приведены на чертежах 34 02 13 072 00-TX2, листы 6-22.

### **5.3 Дренажная система**

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

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

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

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

План дренажной системы с разделением по очередям и основные объёмы работ приведены на чертеже 34 02 13 072 00 – TX2, лист 27.

#### **5.3.1 Низовые дренажные насосные станции**

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

Низовая ДНС и низовая ДНС № 2 являются новым строительством.

В низовой ДНС устанавливается 3 насоса (2 рабочих, 1 резервный, с возможностью одновременной работы 2-х насосов), производительностью 145 м<sup>3</sup>/ч каждый. Суммарная производительность низовой ДНС составит 290 м<sup>3</sup>/ч. Возврат дренажных вод в хвостохранилище из колодца низовой ДНС осуществляется насосами по напорному водоводу дренажной воды № 1 ПЭ 100 SDR 17 280x16,6, который прокладываются надземно на опорах из бруса в теплоизоляции.

Технико-коммерческое предложение на низовую дренажную насосную станцию представлено в приложении Ж настоящей проектной документации.

В низовой ДНС № 2 устанавливается 2 насоса (1 рабочий, 1 резервный) производительностью 50 м<sup>3</sup>/ч каждый. Производительность низовой ДНС № 2 составит 50 м<sup>3</sup>/ч. Возврат дренажной воды в хвостохранилище из колодца низовой ДНС № 2 осуществляется насосом по напорному водоводу дренажной воды № 2 ПЭ 100 SDR 17 125x7,4, который прокладываются надземно на опорах из бруса в теплоизоляции и электрообогревом.

Технико-коммерческое предложение на низовую дренажную насосную станцию № 2 представлено в приложении И настоящей проектной документации.

Прокладка напорных водоводов дренажной воды № 1 и 2 выполняется от низовой ДНС и низовой ДНС № 2 в обход ограждающей дамбы № 1 вдоль автодороги со сбросом в хвостохранилище хвостов сульфидной флотации.

При пересечениях с проектируемыми грунтовыми объектами устраиваются трубопереезды, водоводы дренажной воды № 1 и 2 прокладываются в стальном футляре из стальной трубы DN630, толщина стенки 10 мм. Высота насыпи над верхом трубы (минимальная) – 0,8 м.

Водоводы дренажной воды № 1 и 2 устраиваются в рамках 2-го этапа строительства (5-й очереди). Данное решение позволит избежать необходимости перекладки водоводов дренажной воды № 1 и 2 при наращивании ограждающей дамбы № 1.

### 5.3.2 Трубчатый дренаж

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

По трубчатому дренажу дренажные воды отводятся:

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

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

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

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

Организация трубчатого дренажа низовой ДНС осуществляется следующим образом. Установка дренажного колодца выполняется вблизи границ откоса ограждающей дамбы № 1 8-й очереди в рамках строительства 5-й очереди. Также в рамках строительства 5-й очереди для обеспечения беспрепятственного поступления дренажной воды к дренам на протяжении всего периода эксплуатации хвостохранилища выполняется планировка рельефа от низовой ДНС до низового откоса ограждающей дамбы № 1 5-й очереди с отсыпкой крупнообломочным грунтом.

В дренажный колодец ограждающей дамбы № 1 поступают дренажные потоки с дренажного коллектора, выполненного из труб ПЭ 100 SDR 17-400×23,7. Также в колодец низовой ДНС поступают дренажные воды с трубчатого дренажа из перфорированных труб ПЭ 100 SDR 17-200×11,9 (перфорация частичная – тип III), устраиваемого в районе нижней бровки откоса ограждающей дамбы № 1 8-й очереди.

Организация трубчатого дренажа низовой ДНС № 2 осуществляется в рамках строительства 5-й очереди следующим образом. Установка дренажного колодца выполняется в русле существующего руслоотводного канала ручья Безымянный № 3 (выведен из эксплуатации) вблизи границ откоса ограждающей дамбы № 1 8-й очереди. За колодцем устраивается замок из глины на глубину 3 м по всему сечению русла существующего канала длиной 3 м для предотвращения по нему фильтрации дренажной воды за пределы низовой дренажной системы. Остальная часть русла канала от замка из глины до низового откоса ограждающей дамбы № 1 засыпается крупнообломочным грунтом с уплотнением, после укладки центральной дрены из перфорированных труб ПЭ 100 SDR 17-200×11,9 (перфорация частичная – тип III) по засыпанному руслу канала до низового откоса ограждающей дамбы № 1 5-й очереди (укладывается с уклоном 7 ‰) и двух дрен вдоль низового откоса ограждающей дамбы № 1 8-й очереди (укладываются с уклоном 5 ‰).

Предусмотрен следующий порядок укладки дрен. Укладка дрен выполняется в дренажные траншеи с уклоном в колодцы дренажных насосных станций. Дренажная траншея выполняется с переменной глубиной и постоянным уклоном. Ширина траншей по дну принята 0,5 м, крутизна откосов 1:1. Толщина слоя щебня принята 0,6 м. В основании траншеи также устраивается выравнивающий слой из щебня, толщиной 0,1 м, на который укладывается нетканый геосинтетический материал (геотекстиль) и полиэтиленовые дренажные перфорированные трубы. Выполняется обсыпка дренажных труб послойно щебнем без заполнителя фр. 5–20 мм (М400 по ГОСТ 8267-93,  $K_{sof} \geq 0,8$ , F50), обернутые в дренажный геотекстиль.

Геотекстиль используется в качестве дренирующей, разделяющей и фильтрующей прослойки. В качестве геотекстиля для устройства трубчатого дренажа принят геотекстиль иглопробивной из штапельных волокон GTX NWN 250, в соответствии с характеристиками, указанными в приложении К настоящей проектной документации.

В качестве геотекстиля предлагается использовать геотекстиль Atarfil GTX NWN 250 или аналог, отвечающий техническим условиям и требованиям Республики Казахстан. Полипропиленовый нетканый геотекстиль обладает повышенной химической стойкостью (устойчивостью к агрессивным средам) и ультрафиолетовому излучению. Полотна геотекстиля укладываются параллельно с нахлестом не менее 0,3 м. Полотна геотекстиля пластового дренажа соединены с бесполосными дренами и гидравлически взаимосвязаны.

Конструкция трубчатого дренажа приведена на чертеже 34 02 13 072 00-TX2, лист 27.

Протяжённость трубчатого дренажа приведена в таблице (Таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Протяжённость трубчатого дренажа

Параметры	ДНС № 1	ДНС № 2
Длина трубчатого дренажа, м	72	244,00

Параметры	ДНС № 1	ДНС № 2
Длина дренажного коллектора, м	73	-

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

План дренажной системы и основные объёмы работ приведены на чертеже 34 02 13 072 00-TX2, лист 27.

#### 5.4 Система гидротранспорта хвостов

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

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

Схема прокладки пульповодов хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта представлена на чертеже 34 02 13 072 00-TX2, лист 28.

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

Технические характеристики насосного оборудования приведены в таблице (Таблица 5.5)

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

Таблица 5.5 – Технические характеристики насосного оборудования гидротранспорта хвостов

Характеристики	Weir 8/6 F-AH-WRT	3D-AHF 75NPC-WBH
Производительность, м³/ч	750	100
Напор, м	70	42,7
Мощность электродвигателя, кВт	315	30

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

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

Магистральный пульповод хвостов сульфидной флотации № 1 прокладывается из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR 17-400×23,7, пульповод хвостов сульфидной флотации № 2 прокладывается из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR 17-450×26,7. Прокладка выполняется надземно на опорах из бруса в теплоизоляции от точек подключения до хвостохранилища хвостов сульфидной флотации:

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

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

Магистральный пульповод углеродного продукта прокладывается из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR 17-200×11,9 надземно на опорах из бруса в теплоизоляции с электрообогревом до склада углеродного продукта:

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

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

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

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

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

Распределительные пульповоды оборудуются намывными выпусками:

– DN100 для пульповодов хвостов сульфидной флотации (левой и правой нитки, пульповода к дамбе № 5) с шланговыми затворами, расположенными через каждые 25 м;

– DN80 для пульповода углеродного продукта с шланговыми затворами, расположенными через каждые 50 м.

По трассе пульповодов устраиваются сосредоточенные сбросы (по одному сбросу перед и за ограждающей дамбой № 1 и дамбой № 5). Типовые разрезы по трассам

трубопроводов представлены на чертеже 34 02 13 072 00-TX2, лист 30. Ведомость основных объёмов работ по пульповодам и водоводам представлена на чертеже 34 02 13 072 00-TX2, лист 28.

Пульповоды прокладываются надземно в теплоизоляции, с устройством ж. б. и промежуточных скользящих опор из бруса. Ж. б. опоры устанавливаются через 100 м (на пикетах) и ограничивают только поперечное смещение трубопроводов. Промежуточные опоры из бруса устанавливаются с шагом 3 м для пульповодов сульфидной флотации и 1,5 м для пульповодов углеродного продукта. Т.к. «мёртвых» опор по трассе пульповодов не предусматривается, компенсаторы не устанавливаются, температурные расширения компенсируются углами поворотов трассы пульповодов. Конструкции скользящих опор из бруса и ж. б. опор трубопроводов представлены на чертежах 34 02 13 072 00-TX2, лист 35 и 36.

Сегменты полиэтиленовых труб пульповодов сульфидной флотации № 1 и 2 и пульповода углеродного продукта соединяются между собой с помощью разъёмного стального фланцевого соединения.

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

При пересечениях с проектируемыми грунтовыми объектами устраиваются трубопереезды, пульповоды хвостов сульфидной флотации прокладываются в стальном футляре из стальной трубы DN900, толщина стенки 10 мм, пульповод углеродного продукта прокладывается в футляре из стальной трубы DN600, толщина стенки 10 мм. Высота насыпи над верхом трубы (минимальная) – 0,8 м.

Намыв пляжа производится для уменьшения потенциальной фильтрации. Поскольку хвостохранилище хвостов сульфидной флотации и склад углеродного продукта № 2 запроектированы наливными, ширина пляжа не регламентирована и допускается напор воды непосредственно на дамбу.

В зимнее время пульпа сбрасывается сосредоточенными сбросами под лёд.



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

Технические условия на подключение проектируемых пульповодов пульповод хвостов сульфидной флотации № 1 и 2 и пульповода углеродного продукта к существующим сетям приведены в приложении М настоящей проектной документации.

### 5.5 Система оборотного водоснабжения

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

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

Для обеспечения потребности фабрики в оборотной воде выполняется устройство новой ПНСОВ, в которой установлены два погружных насоса Roitech RT-SCDI 250/200-530 производительностью 800,0 м<sup>3</sup>/ч, Н = 78 м (один рабочий, один резервный). Установленная мощность электродвигателя одного насоса 250 кВт. Категория сооружения по степени обеспеченности подачи воды – II. Перекачиваемая среда – осветленная (техническая) вода.

Технико-коммерческое предложение на плавучую насосную станцию оборотного водоснабжения представлено в приложении Н настоящей проектной документации.

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

Каждая плавучая насосная станция осветлённой воды, работая попеременно, обеспечивает подачу воды с расходом 100 м<sup>3</sup>/ч и напором – 25,0 м. Категория сооружения по степени обеспеченности подачи воды – II. Перекачиваемая среда – осветленная (техническая) вода. Описание плавучих насосных станций осветлённой воды № 1 и 2 приведено в разделе 3.7.

ПНСОВ и плавучие насосные станции осветлённой воды № 1 и 2 через переходный мостик закреплены к берегу. Крепления переходного мостика выполнено из



монолитного фундамента. Для ограничения угловых перемещений насосных станций предусмотрена система якорения.

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

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

Система управления каждой насосной станцией обеспечивает:

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

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

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

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

Для установки и доступа к плавучим насосным станциям устраиваются проезды.

Осветлённая вода из отстойного прудка карт склада углеродного продукта № 2 посредством плавучих насосных станций № 1 и 2 подаётся по водоводу осветлённой воды из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR 17-200×11,9 по ГОСТ 18599-2001 в теплоизоляции толщиной 80 мм с греющим кабелем. Тип способа транспортировки осветлённой воды – напорный.

По трассе водовода осветлённой воды при пересечении с грунтовыми объектами предусмотрено устройство трубопереездов из грунтовых материалов в которых водовод осветлённой воды прокладывается в футляре из стальной трубы  $\varnothing 630 \times 10$ . Высота насыпи над верхом трубы (минимальная) – 0,8 м. По длине трассы водовода предусматривается установка ж. б. опор через 100 м и скользящих опор через 1,5 м.

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

Осветлённая вода из отстойного прудка хвостохранилища хвостов сульфидной флотации забирается посредством плавучей насосной станции оборотного водоснабжения по водоводам оборотной воды (один рабочий, один резервный) из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR 17-355×21,1 по ГОСТ 18599 2001 перекачивается в технологический процесс фабрики. Тип способа транспортировки осветлённой воды – напорный.

Водоводы оборотной воды и осветлённой воды прокладываются сразу на уровне 8-й очереди с устройством ж.б. и промежуточных скользящих опор в рамках 5-й очереди строительства. Ж.б. опоры устанавливаются через 100 м. Промежуточные опоры устанавливаются через 3 м и через 1,5 м для водовода оборотной воды и водовода осветлённой воды соответственно. Т. к. «мёртвых» опор по трассе водоводов не предусматривается, компенсаторы не устанавливаются, температурные расширения компенсируются углами поворотов трассы водоводов. Конструкция опор трубопроводов представлена на чертеже 34 02 13 072 00-TX2, листы 35-36.

Неразъемные соединения полиэтиленовых труб между собой и с полиэтиленовыми фитингами выполняется методом стыковой сварки.

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

При пересечении водоводов оборотной воды с существующими и проектируемыми грунтовыми объектами трубопроводы выполняются в стальном футляре. Футляр выполняется из стальной трубы DN900, толщина стенки 10 мм. Высота насыпи над верхом трубы (минимальная) – 0,8 м.

Типовые сечения по трассам трубопроводов представлена на чертеже 34 02 13 072 00 – TX2, лист 30. Ведомость основных объёмов работ по пульповодам и водоводам представлена на чертеже 34 02 13 072 00-TX2 лист 28.

Технические условия на подключение проектируемых водоводов оборотной воды и осветлённой воды к существующим сетям оборотного водоснабжения приведены в приложении М настоящей проектной документации.

## 5.6 Система технологических трубопроводов

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

- водовода от насосной станции на аккумулирующем пруду-отстойнике до хвостохранилища хвостов сульфидной флотации, из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR 17-200×11,9;
- трубопровода подачи свежей воды до хвостохранилища хвостов сульфидной флотации, из полиэтиленовых труб ПЭ 100 SDR 17-225×13,4;
- сети бытовой канализации K10 до хвостохранилища хвостов сульфидной флотации из стальных труб  $\varnothing 108 \times 4$ .

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

Сеть бытовой канализации K10 прокладывается совместно с водоводом от насосной станции на аккумулирующем пруду-отстойнике и трубопроводом подачи свежей воды. Мёртвые опоры устанавливаются через 50 м, промежуточные опоры устанавливаются через 4,5 м. Температурные расширения компенсируются углами поворотов трассы сети K10.

Конструкция опор трубопроводов представлена на чертеже 34 02 13 072 00-TX2, листы 35-36.

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

При пересечениях с существующими и проектируемыми грунтовыми объектами трубопроводы выполняются в стальном футляре. Футляр выполняется из стальной трубы  $\varnothing 630 \times 10$ . Высота насыпи над верхом трубы (минимальная) – 0,8 м.

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

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

Технические условия на подключение проектируемых водовода от насосной станции на аккумулирующем пруду-отстойнике, трубопровода подачи свежей воды до хвостохранилища, сети бытовой канализации К10 к существующим сетям приведены в приложении М настоящей проектной документации.

### 5.7 Контрольно-измерительная аппаратура (КИА)

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

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

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

Мониторингом безопасной эксплуатации хвостового хозяйства предусматриваются следующие методы контроля:

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

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

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

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

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

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

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

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

Контроль за состоянием гидротехнических сооружений хвостового хозяйства включает наблюдения за:

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

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

- состоянием водного бассейна территории;
- состоянием воздушного бассейна.

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

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

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

- наличие, трещин; деформаций;

- состояние откосов, берм, гребня дамб;
- процессы морозного пучения грунтов;
- размыв откосов в результате фильтрации, намокание, появление ключей и грифонов;
- подтопление территории.

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

- цифровые инклинометры;
- цифровые пьезометры.

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

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

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

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

Количество контрольных створов, их расположение для контроля за состоянием ограждающих дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 приведено на 34 02 13 072 00-TX2, листы 37-41.



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

Контрольные створы оснащаются пьезометрами (точечный/опускной), поверхностными марками и инклинометрами для наблюдения за кривой поверхностью фильтрационного потока (депресссионной поверхностью), фильтрацией из хвостохранилища в теле дамбы и основании.

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

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

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

Для контроля за безопасной эксплуатацией необходимо проводить следующие инструментальные наблюдения:

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

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

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

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



## 5.8 Аккумулирующая ёмкость

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

Среднегодовое поступление поверхностного стока с водосборной площади 143 га в аккумулирующую ёмкость составит: дождевых вод – 66 638 м<sup>3</sup>, талых вод – 72 930 м<sup>3</sup>. С площади зеркала аккумулирующей ёмкости, составляющей 28 000 м<sup>2</sup>, испарение за год составит 25 600 м<sup>3</sup>. Годовой водоприток в аккумулирующую ёмкость с учётом испарения составит 113 968 м<sup>3</sup>.

Максимальный уровень воды на отметке – 466,50 м достигается в период весеннего снеготаяния, что соответствует 75 000 м<sup>3</sup> полезного объёма аккумулирующей ёмкости. Отметка гребня дамбы № 7 – 472,0 м. Предусматривается противофильтрационный экран как на низовом, так и на верховом откосах дамбы № 7. Параметры дамбы № 7 приведены в разделе 5.1.

Вода из аккумулирующей ёмкости перекачивается посредством насосной станции погружными насосами Wilo TWI8.90-03-C-SD с производительностью 100 м<sup>3</sup>/ч и напором 31 м или аналогичными. Предусматривается два погружных насоса – один рабочий, один резервный. Вода перекачивается в хвостохранилище сульфидной флотации по водоводам из трубы ПЭ 100 SDR 17 200x11,9 состоящих из двух ниток – одна рабочая, одна резервная. Длина водовода – 110 м. Подключение насосов к водоводам осуществляется посредством резинового рукава DN200. По трассе водоводов предусматривается устройство одной ж. б. опоры и установка промежуточных скользящих опор через 1,5 м. Так как «мёртвых» опор по трассе водоводов не предусматривается, компенсаторы не устанавливаются, температурные расширения компенсируются углами поворотов трассы водоводов.

Установка насосной станции выполняется следующим образом. В ложе аккумулирующей ёмкости по откосу до дна укладываются две стальные трубы DN600. На концевом участке приваривается заглушка. Для возможности поступления воды из пруда аккумулирующей ёмкости в стальные трубы участок труб от дна до УВ Макс перфорируется. По длине стальных труб для обеспечения устойчивости устраивается неподвижная опора и скользящие опоры (подкладки из бруса). Данная конструкция выполняет роль водоприёмных колодцев в наклонном исполнении, в которых устанавливается по одному скважинному насосу с производительностью 100 м<sup>3</sup>/ч и напором 31 м. Поверхностный сток, собирающийся в аккумулирующей ёмкости попадает в стальные трубы через перфорацию и откачивается погружёнными в них скважинными насосами по напорному резиновому рукаву (проложен внутри стальных труб), а затем по напорному водоводу (надземная прокладка на опорах из бруса) в хвостохранилище сульфидной флотации.

Насосная станция работает только в тёплое время года по мере заполнения аккумулирующей ёмкости. В холодное время года насосное оборудование убирается на тёплый склад.

Конструкция опор трубопроводов представлена на чертеже 34 02 13 072 00-ТХ2, лист 35.

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

При пересечениях с существующими и проектируемыми грунтовыми объектами водоводы прокладываются в футляре. Футляр выполняется из стальной трубы  $\varnothing 630 \times 10$ . Высота насыпи над верхом трубы (минимальная) – 0,8 м.

План аккумулирующей ёмкости приведён в графической части 34 02 13 072 00-ТХ2, лист 42.

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

### 5.9.1 Исходные данные для расчёта водного баланса

Исходные данные технологических параметров для проектирования представлены в таблице (Таблица 5.6).

Таблица 5.6 – Исходные данные для расчёта водного баланса

Наименование	Ед. изм.	Количество
<b>Хвостохранилище сульфидной флотации</b>		
Полезная ёмкость хвостохранилища	м <sup>3</sup>	28 150 000
Объём первичного отстойного прудка в хвостохранилище на начало 2026 г.	м <sup>3</sup>	2 965 264
Количество хвостов сульфидной флотации, укладываемых в хвостохранилище	т/г.	2 397 096
Отношение Т:Ж (по весу)	–	1:2,33
Количество воды, поступающее с хвостами в хвостохранилище (среднее)	м <sup>3</sup> /г.	5 593 224,0
	м <sup>3</sup> /ч	681,43
Количество пульпы, поступающее в хвостохранилище (среднее)	м <sup>3</sup> /г.	6 455 488,75
	м <sup>3</sup> /ч	786,48
Количество оборотной воды (среднее)	м <sup>3</sup> /г.	5 460 862,24
	м <sup>3</sup> /ч	665,3
Плотность частиц хвостов	т/м <sup>3</sup>	2,78
Плотность скелета хвостов	т/м <sup>3</sup>	1,35
Пористость укладываемых хвостов	%	51,0
<b>Склад углеродного продукта</b>		
Полезная ёмкость хвостохранилища, карта 1, карта 2	м <sup>3</sup>	480 000 / 760 000
Объём первичного отстойного прудка в хвостохранилище	м <sup>3</sup>	200 000 / 333 000

Наименование	Ед. изм.	Количество
Количество хвостов сульфидной флотации, укладываемых в хвостохранилище	т/г.	65 000
Отношение Т:Ж (по весу)	—	1:9,00
Количество воды, поступающее с хвостами в хвостохранилище (среднее)	м³/г.	585 000,0
	м³/ч	71,27
Количество пульпы, поступающее в хвостохранилище (среднее)	м³/г.	611 000,00
	м³/ч	74,44
Количество оборотной воды (среднее)	м³/г.	475 000
	м³/ч	57,90
Плотность частиц хвостов	т/м³	2,5
Плотность скелета хвостов	т/м³	1,2
Пористость укладываемых хвостов	%	52,0

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

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

Водный баланс хвостохранилища складывается из приходной и расходной части.

К приходной части водного баланса относятся:

- вода, поступающая с пульпой;
- водоприток от атмосферных осадков и снеготаяния с водосборной поверхности хвостохранилища;
- поверхностный сток с прилегающей территории;
- поступление осветлённой воды со склада углеродного продукта № 2 (посредством насосных станций);
- вода с существующего пруда-отстойника;
- сточные воды с существующей сети klo;
- подача свежей воды для восполнения дефицита воды в хвостохранилище из других источников.

Подача свежей воды для восполнения дефицита воды в хвостохранилище возможно за счёт подачи с существующей НППВ или с существующего отстойника карьерных и отвальных вод.

К расходной части водного баланса относятся:

- испарение с суши и воды;

- безвозвратные потери воды на заполнение пор хвостов;
- возврат осветлённой воды из хвостохранилища в технологический процесс обогатительной фабрики.

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

$$W = W_{\Pi} + W_{oc} + W_{пт} + W_{уп} + W_{по} + W_{к} + W_{св} - W_{исп} - W_{хв} - W_o - W_{ф}, \quad (5.1)$$

где  $W_{\Pi}$  – количество воды, поступающей в хвостохранилище вместе с хвостами,  $\text{м}^3/\text{г.}$ ;

$W_{oc}$  – естественный приток воды с водосборной поверхности хвостохранилища,  $\text{м}^3/\text{г.}$ ;

$W_{пт}$  – поверхностный сток с прилегающей территории,  $\text{м}^3/\text{г.}$ ;

$W_{уп}$  – поступление осветлённой воды со склада углеродного продукта № 2,  $\text{м}^3/\text{г.}$ ;

$W_{по}$  – вода с существующего пруда-отстойника,  $\text{м}^3/\text{г.}$ ;

$W_{к}$  – сточные воды с существующей сети к1о,  $\text{м}^3/\text{г.}$ ;

$W_{св}$  – подача свежей воды из других источников,  $\text{м}^3/\text{г.}$ ;

$W_{исп}$  – потери воды на испарения с поверхности хвостохранилища,  $\text{м}^3/\text{г.}$ ;

$W_{хв}$  – потери воды на заполнение пор, укладываемых хвостов,  $\text{м}^3/\text{г.}$ ;

$W_o$  – количество осветлённой воды, возвращаемое на фабрику,  $\text{м}^3/\text{г.}$ ;

$W_{ф}$  – потери воды на фильтрацию через ложе и тела дамбы хвостохранилища,  $\text{м}^3/\text{г.}$

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

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

где 10 – переводной коэффициент;

$h_{oc}$  – годовой слой осадков, равный 335 мм;

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

0,2 – для прилегающей территории хвостохранилища;

$F$  – площадь водосбора, га.

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

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

где 10 – переводной коэффициент;

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

$F$  – площадь испарения, га.

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

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

где  $n$  – объёмная пористость хвостовых отложений;

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

Объёмная пористость хвостовых отложений определяется по формуле 5.5:

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

где  $\rho_s$  – плотность частиц хвостов, равна 2,78 т/м<sup>3</sup> и 2,5 т/м<sup>3</sup> для хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта соответственно;

$\rho_d$  – плотность скелета укладываемых хвостов, равна: 1,35 т/м<sup>3</sup> и 1,2 т/м<sup>3</sup> для хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта соответственно.

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

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

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

Для расчета водного баланса хвостохранилища хвостов сульфидной флотации приняты следующие исходные данные согласно проектной документации [2]:

– объём отстоянного пруда на начало эксплуатации 5-й очереди – 2 000, 0 тыс. м<sup>3</sup>, что обеспечивает поддержание глубины отстойного пруда не менее 3-х м необходимого для возможности забора воды для оборотного водоснабжения;

– объём заполнения хвостохранилища на начало эксплуатации 5-й очереди – 13 679,862 тыс. м<sup>3</sup> включая объём уложенных хвостов – 10 714,598 тыс. м<sup>3</sup>.

Водный баланс хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 представлен в таблице (Таблица 5.7, Таблица 5.8)

Расчёт водного баланса показывает, что в хвостохранилище образуется дефицит воды, который необходимо восполнять из других источников. Восполнение дефицита воды в хвостохранилище возможно за счёт подачи свежей воды с существующей НППВ или с существующего отстойника карьерных и отвальных вод.

Проектная ёмкость хвостохранилища хвостов сульфидной флотации позволяет разместить 26,63 млн м<sup>3</sup> хвостов при плотности укладываемых хвостов равной 1,35 т/м<sup>3</sup>, соответствующему ~35,96 млн т хвостов по руде.

Проектируемое хвостохранилище хвостов сульфидной флотации полезным объёмом 28,15 млн м<sup>3</sup>, при проектной отметке гребня ограждающей дамбы 472,00 м (8-я очереди), обеспечивает складирование хвостов в течение ~180 месяцев (~15 лет).

Ликвидация отстойного прудка в объёме ~1,51 млн м<sup>3</sup>, происходит естественным образом за счёт испарения в течение ~12-24 месяцев (~2 лет).

Проектная ёмкость склада углеродного продукта № 2 позволяет разместить 0,81 млн м<sup>3</sup> хвостов при плотности укладываемых хвостов равной 1,2 т/м<sup>3</sup>, соответствующему ~ 0,98 млн т хвостов по руде.

Проектируемый склад углеродного продукта № 2 полезным объёмом 1,24 млн м<sup>3</sup>, при проектной отметке гребня ограждающей дамбы 472,00 м, обеспечивает складирование хвостов в течение ~180 месяцев (~15 лет).

Ликвидация отстойного прудка в объеме ~0,40 млн м<sup>3</sup>, происходит естественным образом за счёт испарения в течение ~12-24 месяцев (~2 лет).

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



## Том 4.1

Таблица 5.7 – Водный баланс хвостохранилища хвостов сульфидной флотации

Годы работы фабрики	Приходная часть, м³									Расходная часть, м³				Баланс воды, м³	Заполнение хвостохранилища, м³						Макс. отметка очереди., м	Полезная ёмкость, м³
	Приток с хвостами (с ОФ)	Пов. сток с прилег. тер-ии	ОВ из УП (НС1 и НС2)	Подача свежей воды в ХХ*	С суш. пруда-отстойника	С суш. сети К1о	С ДНС и аккумуля. ёмк-ти	Атмосфер. осадки**	Итого	Испарение	Заполнение пор	Возврат на фабрику	Итого		Заполнение хвостами		Объём пруда на конец года	Заполненный объём	Заполненный объём (с учётом 1-4 очередей)	Остаточная ёмкость		
															в год	итого						
5-я очередь (приходная часть учитывает существующий прудок на начало 2026 г. в размере 2,00 млн.м² )																						
26	5 593 224	75 590	450 000	50 000	57 600	58 087	937 094	582 900	7 804 495	1 448 000	913 362	5 460 862	7 822 224	-17 729	1 775 627	1 775 627	1 982 271	3 757 898	17 437 760	2 112 102	458,0	5 870 000
27	5 593 224	75 590	450 000	50 000	57 600	58 087	937 094	582 900	7 804 495	1 448 000	913 362	5 460 862	7 822 224	-17 729	1 775 627	3 551 253	1 964 542	5 515 795	19 195 657	354 205		5 870 000
6-я очередь																						
28	5 593 224	75 590	450 000	95 000	57 600	58 087	937 094	619 750	7 886 345	1 601 050	913 362	5 460 862	7 975 274	-88 929	1 775 627	5 326 880	1 875 613	7 202 493	20 882 355	5 060 507	462,0	12 263 000
29	5 593 224	75 590	450 000	95 000	57 600	58 087	937 094	619 750	7 886 345	1 601 050	913 362	5 460 862	7 975 274	-88 929	1 775 627	7 102 507	1 786 683	8 889 190	22 569 052	3 373 810		12 263 000
30	5 593 224	75 590	450 000	95 000	57 600	58 087	937 094	619 750	7 886 345	1 601 050	913 362	5 460 862	7 975 274	-88 929	1 775 627	8 878 133	1 697 754	10 575 888	24 255 750	1 687 114		12 263 002
31	5 593 224	75 590	450 000	95 000	57 600	58 087	937 094	619 750	7 886 345	1 601 050	913 362	5 460 862	7 975 274	-88 929	1 775 627	10 653 760	1 608 825	12 262 585	25 942 447	415		12 263 000
7-я очередь																						
32	5 593 224	75 590	450 000	290 000	57 600	58 087	937 094	663 300	8 124 895	1 733 100	913 362	5 460 862	8 107 324	17 571	1 775 627	12 429 387	1 626 396	14 055 783	27 735 645	4 341 217	465,5	18 397 000
33	5 593 224	75 590	450 000	290 000	57 600	58 087	937 094	663 300	8 124 895	1 733 100	913 362	5 460 862	8 107 324	17 571	1 775 627	14 205 013	1 643 967	15 848 980	29 528 842	2 548 020		18 397 000
34	5 593 224	75 590	500 000	290 000	57 600	58 087	937 094	663 300	8 174 895	1 733 100	913 362	5 460 862	8 107 324	67 571	1 775 627	15 980 640	1 711 538	17 692 178	31 372 040	704 822		18 397 000
8-я очередь.																						
35	5 593 224	75 590	500 000	290 000	57 600	58 087	937 094	710 200	8 221 795	1 880 850	913 362	5 460 862	8 255 074	-33 279	1 775 627	17 756 267	1 678 258	19 434 525	33 114 387	8 715 475	470,5	28 150 000
36	5 593 224	75 590	500 000	290 000	57 600	58 087	937 094	710 200	8 221 795	1 880 850	913 362	5 460 862	8 255 074	-33 279	1 775 627	19 531 893	1 644 979	21 176 873	34 856 735	6 973 127		28 150 000
37	5 593 224	75 590	500 000	290 000	57 600	58 087	937 094	710 200	8 221 795	1 880 850	913 362	5 460 862	8 255 074	-33 279	1 775 627	21 307 520	1 611 700	22 919 220	36 599 082	5 230 780		28 150 000
38	5 593 224	75 590	500 000	290 000	57 600	58 087	937 094	710 200	8 221 795	1 880 850	913 362	5 460 862	8 255 074	-33 279	1 775 627	23 083 147	1 578 421	24 661 568	38 341 430	3 488 432		28 150 000
39	5 593 224	75 590	500 000	290 000	57 600	58 087	937 094	710 200	8 221 795	1 880 850	913 362	5 460 862	8 255 074	-33 279	1 775 627	24 858 773	1 545 142	26 403 915	40 083 777	1 746 085		28 150 000
40	5 593 224	75 590	500 000	290 000	57 600	58 087	937 094	710 200	8 221 795	1 880 850	913 362	5 460 862	8 255 074	-33 279	1 775 627	26 634 400	1 511 863	28 146 263	41 826 125	3 737		28 150 000
*Восполнение дефицита воды в хвостохранилище возможно за счёт подачи свежей воды с существующей НППВ или с существующего отстойника карьерных и отвальных вод.																						
**Атмосферные осадки, выпадающие на площадь хвостохранилища																						



Таблица 5.8 – Водный баланс склада углеродного продукта № 2

Годы работы фабрики	Приходная часть, м³				Расходная часть, м³				Баланс воды, м³	Заполнение хвостохранилища, м³					Макс. отметка заполн., м	Полезная ёмкость, м³
	Приток с хвостами (с ОФ)	Пов. сток с прил. тер.	Атмосфер. осадки*	Итого	Испарение	Заполнение пор	Возврат в ХХ СФ	Итого		Заполнение хвостами		Объём пруда на конец года	Заполненный объём	Остаточная ёмкость		
										в год	ИТОГО					
5-я очередь (приходная часть учитывает перекачку прудка старого УП на начало 2026 г. в размере 0,55 млн.м³)																
26	585 000	54 705	106 865	1 301 570	255 205	28 167	450 000	733 372	568 198	54 167	54 167	568 198	622 365	617 635	470,5	1 240 000
27	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	450 000	733 372	13 198	54 167	108 333	581 397	689 730	550 270		1 240 001
28	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	450 000	733 372	13 198	54 167	162 500	594 595	757 095	482 905		1 240 002
29	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	450 000	733 372	13 198	54 167	216 667	607 793	824 460	415 540		1 240 003
30	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	450 000	733 372	13 198	54 167	270 833	620 992	891 825	348 175		1 240 004
31	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	450 000	733 372	13 198	54 167	325 000	634 190	959 190	280 810		1 240 005
32	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	450 000	733 372	13 198	54 167	379 167	647 388	1 026 555	213 445		1 240 006
33	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	450 000	733 372	13 198	54 167	433 333	660 587	1 093 920	146 080		1 240 007
34	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	500 000	783 372	-36 802	54 167	487 500	623 785	1 111 285	128 715		1 240 008
35	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	500 000	783 372	-36 802	54 167	541 667	586 983	1 128 650	111 350		1 240 009
36	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	500 000	783 372	-36 802	54 167	595 833	550 182	1 146 015	93 985		1 240 010
37	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	500 000	783 372	-36 802	54 167	650 000	513 380	1 163 380	76 620		1 240 011
38	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	500 000	783 372	-36 802	54 167	704 167	476 578	1 180 745	59 255		1 240 012
39	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	500 000	783 372	-36 802	54 167	758 333	439 777	1 198 110	41 890		1 240 013
40	585 000	54 705	106 865	746 570	255 205	28 167	500 000	783 372	-36 802	54 167	812 500	402 975	1 215 475	24 525		1 240 014
* Атмосферные осадки, выпадающие на площадь водосбора хвостохранилища																

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

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

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

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

Списочная численность работающих на объектах хвостового хозяйства составляет 15 человек.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В обязанности службы охраны входит:

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

## Том 4.1

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

- предотвращение и пресечение попыток хищений материальных ценностей;

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

На проектируемом объекте:

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

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

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

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

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

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

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

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

## 8 Ссылочные нормативные документы

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



Обозначение и наименование документа, на который дана ссылка	Номер раздела, приложения документа, в котором дана ссылка
СП РК 2.03-102-2012 Инженерная защита в зонах затопления и подтопления	Раздел 5
СН РК 2.03-02-2012 Инженерная защита в зонах затопления и подтопления	Раздел 5
МСН 2.03-02-2002 (2.03-01-2002) Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения	Раздел 5
СП РК 3.01-103-2012 Генеральные планы промышленных предприятий	Раздел 5
СН РК 3.02-28-2011 Сооружения промышленных предприятий	
СП РК 3.02-128-2012 Сооружения промышленных предприятий	
СН РК 3.03-22-2013 Промышленный транспорт	Раздел 5
Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 28 февраля 2015 года № 165 Об утверждении Правил определения общего порядка отнесения зданий и сооружений к технически и (или) технологически сложным объектам	Введение, раздел 5
СП РК 3.03-122-2013 Промышленный транспорт	Раздел 5
СП РК 3.03-101-2013 Автомобильные дороги	Раздел 5
СН РК 3.03-01-2013 Автомобильные дороги	Раздел 5
СП РК 3.05-103-2014 Технологическое оборудование и технологические трубопроводы	Раздел 5
СП РК 4.01-103-2013 Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации	Раздел 5
СН РК 4.01-03-2013 Наружные сети и сооружения водоснабжения и водоотведения	Раздел 5
СНиП РК 4.01-02-2009 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения	Раздел 5
СП РК 2.01-101-2013 Защита строительных конструкций от коррозии	Раздел 5
СН РК 2.01-01-2013 Защита строительных конструкций от коррозии	Раздел 5
СН РК 4.02-02-2011 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов	Раздел 5
СП РК 4.02-102-2012 Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов	Раздел 5
СН РК 4.01-05-2002 Инструкция по проектированию и монтажу сетей водоснабжения и канализации из пластмассовых труб	Раздел 5
СНиП РК 3.02-05-2010 Автоматизированная система мониторинга зданий и сооружений	Раздел 5
Методические рекомендации по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб № 41 от 19.09.2013	Раздел 5
СН 550-82 Инструкция по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб	Раздел 5
СН 551-82 Инструкция по проектированию и строительству противодиффузионных устройств из полиэтиленовой плёнки для искусственных водоёмов	Раздел 5
СН РК 3.01-03-2011 Генеральные планы промышленных предприятий	
СП РК 1.03-106-2012 Охрана труда и техника безопасности в строительстве	Раздел 5
СН РК 1.03-05-2011 Охрана труда и техника безопасности в строительстве	Раздел 5

Обозначение и наименование документа, на который дана ссылка	Номер раздела, приложения документа, в котором дана ссылка
ГОСТ 21.101-97 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации	
СП РК 4.01-106-2018 Проектирование сооружений для очистки поверхностных сточных вод	
РД 34 25.073-91 Руководство по геотехническому контролю за подготовкой оснований и возведением грунтовых сооружений в энергетическом строительстве	Раздел 5



### Список использованных источников

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

## Приложение А Техническое задание

Приложение №1  
к Договору подряда № ПМИИ 2(01-2-1197) БГП 2(01-1-1135)  
от «21» 10 2022 года

СОГЛАСОВАНО

З. прикляющий директор  
АО «Полиметалл Инжиниринг»

*М.И. Ципляков*



УТВЕРЖДАЮ

Председатель правления  
«Бақырчикское  
горнодобывающее предприятие»

К.О. Исаев



### ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ

по объекту: «Реконструкция хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной  
флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики  
ТОО «Бақырчикское горнодобывающее предприятие»

№ п/п	Перечень основных данных и требований	Содержание задания
1.	Наименование и местоположение проектируемого объекта	Реконструкция хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики ТОО «Бақырчикское горнодобывающее предприятие». В административном отношении ТОО «Бақырчикское горнодобывающее предприятие» (ТОО «БГП») расположено в Республике Казахстан, Абайской области, Жарминском районе, на расстоянии 90 км к юго-западу от областного центра г. Усть-Каменогорск. В непосредственной близости от предприятия на юго-запад находится рабочий поселок Ауэзов, в 4 км к западу – пос. Шалыбай. Бақырчикское горнодобывающее предприятие находится в 500–800 м от северной окраины пос. Ауэзов. Непосредственно участок реконструкции и строительства хвостохранилища со вспомогательными зданиями и сооружениями, располагается в 3,5–4,5 км юго-восточнее от существующей основной промплощадки ТОО «БГП».
2.	Вид строительства	Реконструкция.
3.	Заказчик	ТОО «Бақырчикское горнодобывающее предприятие» (ТОО «БГП»). Юридический адрес: Республика Казахстан, 070605, Абайская область, Жарминский район, поселок Ауэзов. Почтовый адрес: Республика Казахстан, 070605, Абайская область, Жарминский район, поселок Ауэзов. Председатель правления: Исаев К.О., тел./факс: 8 (7234) 77-90-99.
4.	Генеральный проектировщик	Акционерное общество «Полиметалл Инжиниринг». Юридический адрес: 198216, Россия, г. Санкт-Петербург, пр. Народного Ополчения 2, офис 309. Место нахождения и почтовый адрес:

№ п/п	Перечень основных данных и требований	Содержание задания
		198216, Россия, г. Санкт-Петербург, пр. Народного Ополчения 2, офис 309. Управляющий директор: Цыплаков В.Н., тел./факс: (812) 622-15-57/(812) 753-63-76. Удостоверение СРО № П-029. Филиал Акционерного общества "Полиметалл Инжиниринг" в Республике Казахстан. Государственный Лицензия №15012533 от 29.06.2015 года на ведение Проектной деятельности I категории, класс I. Выполнение отдельных разделов проектной документации может осуществляться специализированными субподрядными организациями.
5.	Основание для проектирования	Решение Заказчика. Протокол № 10-РК заседания секции развития и строительства научно-технического совета АО «Полиметалл УК» от 26.11.2021 г.
6.	Сроки начала и окончания проектирования	В соответствии с условием договора на выполнение проектных работ.
7.	Планируемый срок строительства	Начало строительства – 2024 год.
8.	Источник финансирования	Собственные средства заказчика.
9.	Вид документации	Проект (П).
10.	Требования по вариантной и конкурсной разработке	Не требуется.
11.	Основные технико-экономические показатели объекта, в том числе мощность, производительность, производственная программа	Производственная мощность обогатительной фабрики (ОФ) по добыче и переработке руды 2600 тыс. т/год с 2026 года.  Вид выпускаемой продукции предприятия: золотосульфидный концентрат.  Хвостохранилища наливные, по типу – овражно-равнинные. Емкость хвостохранилищ образована ограждающими дамбами и сорами. Проектируемые дамбы из грунтовых материалов наращиваются очередями в сторону низового откоса. Количество и отступки очередей определяются в процессе разработки проектной документации.  Проектная документация разрабатывается на период работы ОФ, при суммарном количестве переработки руды с 2026 по 2040 год включительно – 39 000 тыс. тонн. Из них выход сульфидных хвостов (СХ) 92,196 %, выход углеродного продукта (УП) 2,5 %. Общее количество складываемых хвостов составит 36 931,440 тыс. т. Из них сульфидных хвостов (СХ) 35 956,440 тыс. т., углеродного продукта (УП) 0,975000 тыс. т. Срок заполнения очереди не менее 3 лет.
12.	Состав проектируемых сооружений хвостового хозяйства	Хвостовое хозяйство ОФ в составе: – Ограждающая дамба, ложе площадки складирования отходов. – Дренажная система хвостохранилища, в том числе дренажные насосные станции. – Система сбора и отведения поверхностного стока от площадки хвостохранилища. – Система гидротранспорта пульпы СХ, в составе:

№ п/п	Перечень основных данных и требований	Содержание задания
		<p>пулопроводы – магистральный (количество ниток 1 рабочая, 1 резервная) и распределительный.</p> <p>– Система гидротранспорта пульпы УП, в составе: пулопроводы – магистральный (количество ниток 1 рабочая) и распределительный.</p> <p>– Система оборотного водоснабжения, в составе: плавучая насосная станция оборотной воды, водовод оборотной воды из полиэтиленовых труб с утеплением, без электрического обогрева. Предусмотреть аварийное опорожнение трубопровода.</p> <p>– Система электроснабжения, связи, сигнализации, освещения сооружений хвостового хозяйства.</p> <p>– Система КИА (КИП) в объеме, достаточном для безопасной эксплуатации сооружений и соблюдения требований ПТД РК.</p> <p>– Подъездные и эксплуатационные автодороги хвостового хозяйства.</p> <p>– Прочие объекты, сооружения и системы необходимые для безопасной эксплуатации хвостохранилища.</p>
13.	Природно-климатические условия площадки строительства	<p>Климатические данные приняты по СП РК 2.04–01–2019 «Строительная климатология» для г. Усть-Каменогорска.</p> <p>1. Климатический района строительства – IV.</p> <p>2. Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92: минус 40,2°С; с обеспеченностью 0,98: минус 43,7°С; температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92: минус 37,3°С; с обеспеченностью 0,98: минус 40,7°С.</p> <p>3. Расчетная снеговая нагрузка – 1,5 кПа (150 кгс/м²) (для III района).</p> <p>4. Нормативное значение ветрового давления составляет 0,56 кПа (56 кгс/м²) (для III района).</p> <p>5. Сейсмичность района составляет 6 баллов, в соответствии с Приложением А, СП РК 2.03–30–2017 – не сейсмична.</p> <p>6. Категория сложности ИГУ. По совокупности факторов площадка изысканий относится к II категории сложности.</p>
14.	Идентификационные сведения объекта	<p>I класс в соответствии с СП РК 3.04–101–2013.</p> <p>Уровень ответственности – повышенный, в соответствии с Приказом № 165 от 28.02.2015 г. «Об утверждении Правил определения общего порядка отнесения зданий и сооружений к техническим и (или) технологическим сложным объектам».</p>
15.	Этапы выполнения работ	<p>Этап 1 – Разработка основных проектных решений. Заполнение заявления о намечаемой деятельности (ЗОНД) и согласование заявления с Заказчиком; определение сферы охвата.</p> <p>В случае задержки в предоставлении исходных данных, сроки разработки ОПР, переносятся на срок задержки.</p> <p>Этап 2 – Разработка проектной документации, включая раздел Охрана окружающей среды (ООС) с установлением нормативов допустимого</p>



4

№ п/п	Перечень основных данных и требований	Содержание задания
		<p>антропогенного воздействия на окружающую среду, описанием применяемых и/или планируемых к внедрению НДТ, согласно требованиям действующего экологического законодательства РК. В случае задержек в предоставлении исходных данных, сроки разработки ОПР, сдвигаются на срок задержки.</p> <p>Этап 3 – разработка отчета о возможных воздействиях с оценкой качества отчета (проведение общественных слушаний). Инженерное сопровождение проектной документации в процессе прохождения комплексной междисциплинарной экспертизы, включая экологическую оценку.</p> <p>Этап 4 – Корректировка проектов нормативов эмиссий (нормативы допустимых выбросов - НДВ, нормативы допустимых сбросов - НДС), программы управления отходами (ПУО), программы управления отходами горнодобывающей промышленности - ПУОГДП, производственного экологического контроля (ПЭК) для всего предприятия с включением экологического разрешения на деятельность Заказчика по Проектной документации.</p> <p>На протяжении всего производственного процесса предусмотреть наилучшие доступные технологии согласно требованиям экологического законодательства (национальные справочники по НДТ при отсутствии типовых применять справочники BREF EU).</p> <p>Подготовка материалов, сопровождение и защита проекта при проведении общественных слушаний.</p>
6.	Выделение очередей, в том числе пусковых комплексов и этапов, требования по перспективному расширению предприятия	Этапность строительства определить в процессе проектирования.
	Основные требования к инженерному оборудованию	Основные требования принимаются в процессе разработки проектной документации в соответствии с нормами требованиями РК и иным стандартам. Максимально предусмотреть возможность инженерного оборудования полного заводского изготовления комплектной поставкой.
7.	Требования к качеству, конкурентоспособности и экологическим параметрам продукции	В соответствии с нормативными документами РК разработать мероприятия, ведущие к улучшению экологической обстановки по сравнению с существующей.
8.	Режим работы предприятия	Круглосуточный круглогодичный – 365 дней в году. Непрерывный, 24 час/сут (2 смены по 12 часов)
9.	Требования к технологическим решениям	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные технологические решения принимаются в процессе разработки проектной документации;</li> <li>2. Основные технологические параметры при производственной мощности обогащательной фабрики по переработке руды 2600 тыс. т/год представлены в приложении № 2 к настоящему техническому заданию.</li> </ol>

4

№ п/п	Перечень основных данных и требований	Содержание задания
21.	Объекты обслуживаемого назначения	Использовать существующие объекты инфраструктуры и ремонтно-складского хозяйства ТОО «Бакирчинокское горнодобывающее предприятие». Проживание и санитарно-бытовое обслуживание рабочих предусматривается в вахтовом поселке предприятия. Хозяйственно-питьевое водоснабжение рабочих на промышленных площадках карьеров и объектах инфраструктуры обеспечивается в соответствии с ТУ от Заказчика.
22.	Инженерное обеспечение, коммуникации	Подключение к местным инженерным сетям (электроэнергия) выполняется в соответствии с ТУ Заказчика.
23.	Требования к архитектурно-строительным, объемно-планировочным и конструктивным решениям, отделке зданий	Основные технические решения по архитектурно-строительным, объемно-планировочным и конструктивным решениям, отделке зданий принимаются в процессе разработки проектной документации.
24.	Требования к конструктивным решениям, к материалам несущих и ограждающих конструкций	Основные технические решения по конструктивным решениям принимаются в процессе разработки проектной документации.
25.	Требования к составу и содержанию документации	<p>Состав разделов и технические решения проектной документации должны соответствовать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Действующему экологическому кодексу РК;</li> <li>- СН РК 1.02-03-2011 «Порядок разработки, согласования, утверждения и состав проектной документации на строительство»;</li> <li>- Правилам обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов хвостовых и шламовых хозяйств, утвержденным приказом Министра по инвестициям и развитию РК от 30.12.2014 г. № 349;</li> <li>- Прочим действующим нормативным документам РК.</li> </ul> <p>Состав проектной документации должен соответствовать требованиям действующих нормативных документов РК и быть достаточным для прохождения согласования и утверждения проектной документации в установленном законодательством порядке.</p>
26.	Особые требования к составу проектной документации	<p>В границы проектирования входят сооружения и системы хвостового хозяйства, включая хвостохранилища, систему оборотного водоснабжения, дренажную систему и дренажные насосные станции, напорные трубопроводы, дамбы, водостводные, огражденные, защитные, вспомогательные сооружения и системы.</p> <p>Ситуационный план с границей проектирования приведен в Приложении №1 к настоящему техническому заданию.</p> <p>Разрабатываются следующие специальные разделы проектной документации:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- «Критерии безопасности комплекса проектируемых гидротехнических сооружений»;</li> <li>- «Расчет размера вероятного вреда, который</li> </ul>

№ п/п	Перечень основных данных и требований	Содержание задания
		<p>может быть причинен жизни, здоровью физических лиц, имуществу физических и юридических лиц в результате аварии на проектируемых гидротехнических сооружениях;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- «Проект мониторинга безопасности гидротехнических сооружений»;</li> <li>- «Автоматизированная система мониторинга зданий и сооружений» (гидротехнического сооружения);</li> <li>- другие разделы проектной документации, в соответствии с нормативно-техническими требованиями Республики Казахстан.</li> </ul>
27.	Требования и условия в разработке природоохранных мер и мероприятий	Разработать раздел «ООС» в соответствии с действующими нормативными документами РК. Разработать раздел «Рекультивация нарушенных земель» в соответствии с действующими нормативными документами РК.
28.	Требования к режиму безопасности и гигиене труда	Разработать в соответствии с требованиями действующих нормативных документов РК.
29.	Требования и объем разработки организации строительства	Разработать проект организации строительства в соответствии с действующими нормативными документами РК.
30.	Требования к системной документации	Не требуется и не разрабатывается при условии отсутствия государственного участия в финансировании. Решение заказчика.
31.	Эффективность инвестиций и технико-экономических показателей	Не требуется и не разрабатывается при условии отсутствия гос. участия в финансировании. Решение заказчика.
32.	Требования к разработке автоматизированных систем управления, систем диспетчеризации и сигнализации	Разрабатывается в соответствии с действующими нормами и правилами, и требованиями Заказчика к системам автоматизации, согласно настоящего технического задания на проектирование.
33.	Требования по энергосбережению	В соответствии с действующими нормативными документами РК.
34.	Требования к разделу "Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности"	Разработать раздел «Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности» в соответствии с нормативными документами РК.
35.	Требования к разделу "Мероприятия по обеспечению доступности инвалидов"	Не требуется и не разрабатывается. В связи с тяжелыми условиями труда, использование труда инвалидов не предусматривается.
36.	Раздел инженерно-технических мероприятий по гражданской обороне и предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и система обеспечения комплексной безопасности и антитеррористической защищенности	Разработать отдельным разделом в составе проектной документации в соответствии с действующими нормами и правилами РК.
37.	Декларация промышленной безопасности	В соответствии с требованиями действующих нормативных документов РК. Разрабатывается отдельным документом.
38.	Исходные данные на основе которых осуществляется проектирование	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Документы на право пользования земельными участками на площади строительства.</li> <li>2. Градостроительный план земельного участка.</li> <li>3. Материалы инженерных изысканий, в том числе грунтовых строительных материалов в объеме необходимом для разработки проектной</li> </ol>



№ п/п	Перечень основных данных и требований	Содержание задания
		<p>документации, * выполненные системами проектингами и подрядчиками в соответствии с требованиями. Предоставляются Заказчиком генеральному проектировщику перед началом проектирования.</p> <p>4. Технический отчет «Обследование хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики ТОО «Бакырчинское горнодобывающее предприятие».</p> <p>5. Проектная документация: «Хвостохранилище для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики Бакырчинского ГОКа» (Л-0207), ТОО "Казахстанский Проектно-Инжиниринговый Центр "Литера 3", г. Усть-Каменогорск, 2016 г.</p> <p>6. Рабочая документация: «Хвостохранилище для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта. Первая, вторая, третья, четвертая очередь», выполненная АО "Полиметалл Инжиниринг" в 2016, 2019, 2020, 2022 г.</p> <p>7. Проектная документация: «Золоторудное месторождение «Бакырчинское», Хвостохранилище для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики ТОО «Бакырчинское горнодобывающее предприятие». Корректировка», ТОО «Георесурс Инжиниринг», г. Усть-Каменогорск, 2021 г.</p> <p>8. Актуальная батиметрическая съемка хвостохранилища.</p> <p>9. Технические условия на строительные материалы конструкции.</p> <p>10. Технические условия на строительную и эксплуатационную технику.</p> <p>11. Данные о численности работников и их профессионально-квалификационном составе, занимающихся эксплуатацией ГТС хвостохранилища.</p> <p>12. Технические условия на подключение к внешним инженерным сетям (электропитание).</p> <p>13. Координаты точек подключения пульповодов, водовода (трубопроводов).</p> <p>14. Перечень существующих объектов инфраструктуры и ремонтно-складского хозяйства ТОО «Бакырчинское горнодобывающее предприятие».</p> <p>15. Другие материалы по запросу генерального проектировщика.</p> <p>16. Заключение на отчет о возможных воздействиях.</p> <p>17. Прочая информация, необходимая и достаточная для разработки раздела ООС, предоставляемая заказчиком.</p>
	Требования к порядку представления документации для	Результаты выполненной работы передаются Заказчику в количестве 1 экз. в бумажном виде. 1

№ п.п.	Перечень основных данных и требований	Содержание задания
	проведения согласований и экспертиз	экт. на электронном носителе в форматах DOC, EXCEL и PDF текстовая и табличная документация предоставляется в формате MS Office, графическая документация в формате DWG.
4.9	Инженерное сопровождение проектной документации в ходе прохождения экспертиз и согласований	Генеральный проектировщик обеспечивает инженерное сопровождение проектной документации в процессе прохождения комплексной вневедомственной экспертизы проектов проектной документации с привлечением субординированных организаций в границах их ответственности.
4.10	Требования по выполнению опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ	Не требуется и не разрабатывается.
4.11	Состав демонстрационных материалов	Не требуется и не разрабатывается.
4.12	Требования о необходимости проведения авторского надзора	По отдельному договору с генеральным проектировщиком.

Приложение № 1  
к Приложению № 1  
к Договору подряда № ПМНИ-2-11979 БГП 2(01-1-1135)  
от 21.09.2022 г.

**Ситуационный план проектируемых сооружений ТОО «Бакырчакское горнодобывающее предприятие»**



Подписано:  
Генеральный директор  
«Полиметалл Инжиниринг»

*В.Н. Исаев*



Заказчик:  
Председатель правления  
ТОО «Бакырчакское  
горнодобывающее предприятие»



Приложение № 2  
к Договору подряда № ПМИН 2(01-2-1197) БГП 2(01-1-1135)  
от «14» 12 2022 г.

Основные технологические параметры при производственной мощности обогатительной фабрики по добыче и переработке руды 2,6 млн. т/год

Хвосты флотации (сульфидный продукт)			
№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Величина
	Годовая переработка	т.	2 600 000
	КИО ОФ	ед.	0,937
	Время работы ОФ	суток	342
1.	Производительность ОФ	т/ч	320
2.	Выход хвостов	%	92,196
3.	Содержание твердого	%	30
4.	Содержание влаги	%	70
5.	Твердая фаза	т/год	2 397 096,00
		т/сут	7 008,95
		т/час	292,04
6.	Жидкая фаза	м³/год	5 593 224,00
		м³/сут	16 354,22
		м³/ч	681,43
7.	Всего хвостов	т/год	2 397 096,00
		т/сут	7 008,95
		т/час	292,04
		м³/год	5 593 224,00
		м³/сут	16 354,22
		м³/ч	681,43
8.	Средневзвешенный диаметр хвостов	мм	0,05
9.	Отношение Т:Ж (по весу)	ед.	1:2,33
10.	Потребность ОФ в воде всего	м³/год	5 593 224,00
		м³/сут	16 354,22
		м³/ч	681,43
11.	Удельный вес твердого (часов)	т/м³	2,75
12.	Удельный вес пульпы	т/м³	1,25
13.	Плотность скелета хвостов	т/м³	1,35
14.	Пористость укладываемых хвостов	%	35
15.	Остаточное содержание реагентов	-	Ксантогенат калия бутилового, AERO 636, медный купорос, соды кислотинированная, OPF-597, FD5, AERO 8045, жидкое стекло
16.	Водородный показатель	ед.	9,00
17.	Коэффициент неравномерности выхода хвостов	-	1,20
18.	Температура пульпы: на выходе из фабрики/на выходе из пульповода	°C	+5...+25
19.	Требования к качеству оборотной воды, менее	мг/л	1 000,00
Хвосты флотации (углеродный продукт)			

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Величина
	Годовая переработка	т.	2 600 000
	КИО ОФ	ед.	0,937
	Время работы ОФ	сутки	342
1.	Производительность ОФ	т/ч	320
2.	Выход хвостов	%	2,500
3.	Содержание твердого	%	30
4.	Содержание влаги	%	70
5.	Твердая фаза	т/год	65 000,00
		т/сут	190,06
		т/час	7,92
6.	Жидкая фаза	м³/год	151 666,67
		м³/сут	443,46
		м³/ч	18,48
7.	Всего хвостов	т/год	65 000,00
		т/сут	190,06
		т/час	7,92
		м³/год	151 666,67
		м³/сут	443,46
		м³/ч	18,48
8.	Среднеэквивалентный диаметр хвостов	мм	0,05
9.	Отношение Т:Ж (по весу)	ед.	1:9
10.	Потребность ОФ в воде всего	м³/год	151 666,67
		м³/сут	443,46
		м³/ч	18,48
11.	Удельный вес твердого (частиц)	т/м³	2,35
12.	Удельный вес пульпы	т/м³	1,08
13.	Плотность скелета хвостов	т/м³	1,20
14.	Пористость укладываемых хвостов	%	35
15.	Остаточное содержание реагентов		ОПР597- вспениватель
16.	Водородный показатель	ед.	9,00
17.	Коэффициент неравномерности выхода хвостов	—	1,20
18.	Температура пульпы:	°C	+5...+25
	на выходе из фабрики/на выходе из пульповода		
19.	Требования к качеству оборотной воды, менее	мг/л	1 000,00

Подzeichnet:  
Управляющий директор  
АО «Полиметалл Инжиниринг»



Заказчик:  
Председатель правления  
ТОО «Бакирчинское  
горнодобывающее предприятие»





## Приложение Б

### Расчет превышения гребня дамб хвостохранилища сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 над максимальным уровнем воды

#### Использованная литература:

1. СП РК 3.04-105-2014 Плотины из грунтовых материалов.
2. СП РК 3.04-107-2014 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов).
3. Отчёт по инженерно-гидрометеорологическим изысканиям на площадке ТОО «Бакырчинское горнодобывающее предприятие», выполненный ТОО «КИРГ» 2023 г.

#### 1. Исходные данные для расчета

Ограждающая дамба № 1, в соответствии с СП РК 3.04-101-2013, относится к I классу гидротехнических сооружений. Согласно СП РК 3.04-107-2014, п. А.7, в качестве расчётного шторма принимается шторм для дамб хвостохранилища сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2, повторяемостью 1 раз в 25 лет (2% обеспеченность).

Исходные данные для расчёта возвышения гребня дамб хвостохранилища сульфидной флотации и углеродного продукта при расчётном уровне представлены в таблице (Таблица 1.1)

Таблица 1.1 - Исходные данные для расчета возвышения гребня дамбы при расчётном уровне

№ очереди	Скорость ветра, v, м/с	Коэффициент заложения верхового откоса	Длина разгона ветровой волны, L, м	Расчётная глубина воды перед сооружением, d, м
Ограждающая дамба № 1				
5-я очередь	21	3	1050	1,0
6-я очередь	21		1080	1,0
7-я очередь	21		1100	1,0
8-я очередь	21		1115	1,0
Ограждающая дамба № 2				
5-я очередь	21	3	1410	1,0
6-я очередь	21		1435	1,0
7-я очередь	21		1465	1,0
8-я очередь	21		1490	1,0
Дамба № 5				
5-я очередь	21	3	1365	1,0

№ очереди	Скорость ветра, v, м/с	Коэффициент заложения верхового откоса	Длина разгона ветровой волны, L, м	Расчётная глубина воды перед сооружением, d, м
Дамба №6				
5-я очередь	21	3	440	1,0
Дамба №7				
5-я очередь	21	3	1430	1,0

## 2. Определение возвышения гребня дамбы хвостохранилища над расчётным уровнем

Возвышение гребня дамб хвостохранилища сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 над расчётным уровнем должно отвечать требованиям СП РК 3.04-103-2014 п.5.3.5 и определяется по формуле 2.1:

$$h_s = \nabla h_{\text{вет}} + h_{\text{гнт}1\%} + a, \quad (2.1)$$

где  $\nabla h_{\text{вет}}$  – ветровой нагон в верхнем бьефе;

$h_{\text{гнт}1\%}$  – высота наката ветровых волн обеспеченностью 1 %;

$a$  – запас возвышения гребня дамбы.

Высоту ветрового нагона определяем по формуле 2.2:

$$\nabla h_{\text{вет}} = k_w \frac{V_w^2 L}{g d} \cdot \cos \alpha_w, \quad (2.2)$$

где  $\alpha_w$  – угол между продольной осью водоема и направлением ветра, град;

$V_w$  – расчётная скорость ветра;

$L$  – длина разгона, м

$k_w$  – коэффициент, принимаемый по СП РК 3.04-107-2014 таблица А.2

Определение основных элементов волн выполнено согласно СП РК 3.04-107-2014.

Расчётная скорость ветра на высоте 10 м над поверхностью водоема определяется по формуле 2.3:

$$V_w = k_n \cdot k_1 \cdot V_1, \quad (2.3)$$

где  $V_1$  – скорость ветра на высоте 10 м над поверхностью водоема, соответствующая 10-минутному интервалу осреднения и расчётной обеспеченности;

$k_1$  – коэффициент приведения скорости ветра к условиям водной поверхности, принимаемый по СП РК 3.04-107-2014,  $k_1 = 1$ ;

$k_n$  – коэффициент пересчёта данных по скоростям ветра, измеренным по флюгеру, определяется по формуле 2.4:

$$k_n = 0,675 + \frac{0,5}{V_1}, \quad (2.4)$$

Средняя высота волны и средний период волн определяется по расчётной скорости ветра, по рисунку А.1 СП РК 3.04-107-2014.

Среднюю длину волны определяем по формуле 2.5:

$$\lambda_d = \frac{g T^2}{2\pi} \quad (2.5)$$

Высоту волны i %-ной обеспеченности определяем умножением средней высоты волны на коэффициент  $k_{i\%}$  по формуле 2.6:

$$h_{i\%} = h_d \cdot k_{i\%}, \quad (2.6)$$

где  $h_d$  – средняя высота волны, м,

$k_{i\%}$  – коэффициент, принимаемый по графику рисунка А.2 СП РК 3.04-107-2014, составляет  $k_{1\%} = 2,08$ .

Высоту наката волн на откос определяем по формуле 2.7:



$$h_{\text{гит}\%} = k_r \cdot k_p \cdot k_{sp} \cdot k_{\text{гит}} \cdot h_{1\%} \cdot k_1, \quad (2.7)$$

где  $k_r, k_p$  – коэффициенты шероховатости и проницаемости откоса, принимаются по СП РК 3.04-107-2014 таблица 7;

$k_{sp}$  – коэффициент, принимаются по СП РК 3.04-107-2014 таблица 8;

$k_{\text{гит}}$  – коэффициент, зависящий от глубины воды перед сооружением и пологости волны – принимается по графику принимаются по СП РК 3.04-107-2014 рисунок 9.

$h_{1\%}$  – высота волны обеспеченностью 1 % в системе.

$k_1$  – коэффициент, принимаемый по СП РК 3.04-107-2014 таблица 9.

Результаты расчётов параметров волны в хвостохранилище сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 сведены в таблицу (Таблица 2.1).

Результат расчётов по определению ветрового нагона и наката волн, возвышения гребня дамб хвостохранилища сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 над максимальным уровнем воды сведены в таблицу (Таблица 2.2).

Таблица 2.1 - Параметры волны в хвостохранилище сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2

№ очереди	Расчётная скорость ветра, $V_w$ , м/с	Длина разгона ветровой волны, L, м	$\frac{g \cdot L}{V_w^2}$	$\frac{g \cdot h}{V_w^2}$	Средняя высота волны, $h_4$ , м	$\frac{g \cdot T}{v}$	Средний период волны, T, с	Средняя длина волны, $\lambda_d$ , м	Высота волны 1 % обеспеченности, $h_{1\%}$ , м
Строительная дамба № 1									
5-я очередь	21	1050	23,36	0,0042	0,19	0,620	1,33	2,75	0,39
6-я очередь	21	1080	24,02	0,0042	0,19	0,621	1,33	2,76	0,39
7-я очередь	21	1100	24,47	0,0043	0,19	0,623	1,33	2,78	0,40
8-я очередь	21	1115	24,80	0,0043	0,19	0,623	1,33	2,78	0,40
Строительная дамба № 2									
5-я очередь	21	1410	31,37	0,0043	0,19	0,625	1,34	2,79	0,40
6-я очередь	21	1435	31,92	0,0043	0,19	0,625	1,34	2,79	0,40
7-я очередь	21	1465	32,59	0,0043	0,19	0,625	1,34	2,82	0,40
8-я очередь	21	1490	33,14	0,0043	0,19	0,625	1,34	2,82	0,40
Дамба № 5									
5-я очередь	21	1365	3,36	0,0043	0,18	0,625	1,34	2,79	0,40
Дамба № 6									
5-я очередь	21	440	9,79	0,0037	0,17	0,580	1,24	2,41	0,35
Дамба № 7									
5-я очередь	21	1430	31,81	0,0043	0,19	0,625	1,34	2,79	0,40

Таблица 2.2 Определение возвышения гребня дамб хвостохранилища сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2

№ очереди	Ветровой накат, $Vh_{вет}$ , м	Коэффициенты				Высота волны 1 % обеспеченности, $H_{1\%}$ , м	Ветровой нагон, $h_{наг1\%}$ , м	Запас возвышения гребня, а, м	Возвышение гребня, $h_g$ , м	Возвышение гребня над РУ, принятое в проекте, м
		$K_r$	$K_p$	$K_{sp}$	$K_{гип}$					
Отрадающая дамба № 1										
5-я очередь	0,0732	0,70	0,50	1,50	1,00	0,39	0,17	0,50	0,75	1,50
6-я очередь	0,0752	0,70	0,50	1,50	1,00	0,39	0,17	0,50	0,75	1,50
7-я очередь	0,0766	0,70	0,50	1,50	1,00	0,40	0,18	0,50	0,75	1,50
8-я очередь	0,0776	0,70	0,50	1,50	1,00	0,40	0,18	0,50	0,75	1,50
Отрадающая дамба № 2										
5-я очередь	0,0983	0,70	0,50	1,50	1,00	0,40	0,18	0,50	0,78	1,50
6-я очередь	0,0999	0,70	0,50	1,50	1,00	0,40	0,18	0,50	0,78	1,50
7-я очередь	0,1020	0,70	0,50	1,50	1,00	0,40	0,18	0,50	0,78	1,50
8-я очередь	0,1037	0,70	0,50	1,50	1,00	0,40	0,18	0,50	0,78	1,50
Дамба № 3										
5-я очередь	0,0951	0,70	0,50	1,50	1,00	0,40	0,18	0,50	0,77	1,50
Дамба № 6										
5-я очередь	0,0307	0,70	0,50	1,50	1,00	0,35	0,15	0,50	0,68	1,50
Дамба № 7										
5-я очередь	0,0997	0,70	0,50	1,50	1,00	0,40	0,18	0,50	0,78	1,50

**Приложение В**  
**Расчёт устойчивости**



**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ПОЛИМЕТАЛЛ ИНЖИНИРИНГ»**

**ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие»**

**«Реконструкция хвостохранилища для складирования  
хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта  
обогащительной фабрики ТОО «Бакырчикское  
горнодобывающее предприятие»**

**ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ**

**по выполнению работы**

**«Расчет устойчивости и напряженно-деформированного  
состояния дамб хвостохранилища хвостов сульфидной  
флотации и склада углеродного продукта с учетом  
фильтрационного режима»**

2023



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ПОЛИМЕТАЛЛ ИНЖИНИРИНГ»

**ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие»**

**«Реконструкция хвостохранилища для складирования  
хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта  
обогащительной фабрики ТОО «Бакырчикское  
горнодобывающее предприятие»**

**ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ**

**по выполнению работы**

**«Расчет устойчивости и напряженно-деформированного  
состояния дамб хвостохранилища хвостов сульфидной  
флотации и склада углеродного продукта с учетом  
фильтрационного режима»**

Директор дирекции  
по проектированию

Главный инженер проектов



А.В. Митропольский

А.И. Окунович

2023

Исполнители

Дирекция по проектированию:

Управление по технологиям переработки руд

Начальник управления



Ефремов А.С.

Гидротехнический отдел

Начальник отдела



Вакуленко А.М.

Инженер



Сяда А.Т.



## Содержание

Введение.....	8
1 Состояние существующего хвостохранилища.....	9
1.1 Краткое описание сооружения.....	9
1.2 Ограждающая дамба № 1.....	9
1.3 Ограждающая дамба № 2.....	10
1.4 Дамба № 3.....	11
1.5 Дамба № 4.....	11
1.6 Дамба № 5.....	11
1.7 Ложе хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта.....	12
1.8 Дренажная система.....	12
2 Основные технические решения проектируемого хвостохранилища.....	13
2.1 Краткое описание сооружения.....	13
2.2 Ограждающие дамбы и дамбы хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2.....	13
2.3 Противофильтрационные мероприятия.....	15
2.3.1 Противофильтрационный экран ограждающих дамб.....	15
2.3.2 Противофильтрационный экран ложа хвостохранилища.....	15
2.3.3 Дренажная система.....	16
3 Топографические и климатические условия.....	17
4 Инженерно-геологические условия площадки хвостохранилища.....	19
4.1 Инженерно-геологическая характеристика грунтов.....	19
4.2 Физико-механические свойства грунтов.....	20
4.3 Сейсмические условия района.....	20
5 Расчетные сечения хвостохранилища.....	21
5.1 Выбор расчетных сечений.....	21
5.2 Схематизация расчетных сечений с учетом результатов инженерно-геологических изысканий.....	23
5.3 Конечно-элементная дискретизация расчетных сечений.....	28
6 Расчеты влажностного состояния дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2.....	33
6.1 Результаты расчетов фильтрации через тело и основание дамб.....	33
7 Расчеты напряженно-деформированного состояния дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2.....	35
7.1 Цели и задачи расчетных исследований НДС хвостохранилища.....	35
7.2 Методика расчетных исследований НДС хвостохранилища.....	35



	4
7.3 Результаты расчетных исследований НДС хвостохранилища.....	39
7.3.1 Результаты расчетов напряженного состояния дамб.....	39
7.3.2 Результаты расчетов горизонтальных перемещений и осадок дамб.....	40
7.3.3 Результаты расчетов усилий в геомембране.....	46
8 Расчеты устойчивости дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2.....	52
8.1 Цель расчета устойчивости дамб.....	52
8.2 Методика расчета статической устойчивости дамб.....	53
8.3 Методика расчета сейсмической устойчивости дамб.....	53
8.4 Результаты расчета общей статической устойчивости дамб.....	54
8.5 Результаты расчета общей сейсмической устойчивости дамб.....	56
8.6 Результаты расчета местной статической и сейсмической устойчивости противифльтрационного элемента (экрана).....	58
9 Заключение и рекомендации.....	64
10 Ссылочные нормативные документы.....	66
Список использованных источников.....	67
Приложение А Обобщенные таблицы расчетных характеристик грунтов тела и основания дамбы.....	68
Приложение Б Сертификат соответствия.....	70
Приложение В Результаты фильтрационного расчета дамб хвостохранилища сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2.....	81
Приложение Г Результаты расчетов напряженного состояния дамб хвостохранилища сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2.....	91
Приложение Д Результаты расчетов горизонтальных перемещений дамб хвостохранилища сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2.....	94
Приложение Е Результаты расчетов осадок дамб хвостохранилища сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2.....	112
Приложение Ж Результаты расчетов статической устойчивости дамб хвостохранилища сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 для 1-го и 2-го основных расчетных случаев.....	130
Приложение И Результаты расчетов сейсмической устойчивости дамб хвостохранилища сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 для 4-го особого расчетного случая.....	147

#### Перечень таблиц

Таблица 1.1 – Основные параметры ограждающей дамбы № 1.....	9
Таблица 1.2 – Основные параметры ограждающей дамбы № 2.....	10
Таблица 2.1 – Основные параметры ограждающих дамб № 1 и 2 и дамб № 3–7.....	13
Таблица 3.1 – Критерии климатического районирования.....	17
Таблица 3.2 – Максимальная скорость ветра различной обеспеченности, (м/с).....	17



Технический отчет по выполненной работе  
«Расчет устойчивости и напряженно-деформированного состояния дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта с учетом фильтрационного режима»

Таблица 3.3 – Среднегодовая повторяемость (%) направления ветра и безветрия .....	18
Таблица 3.4 – Средняя скорость ветра по направлению, (м/сек).....	18
Таблица 4.1 – Характеристика инженерно-геологических элементов и слоев .....	20
Таблица 5.1 – Основные параметры конечно-элементной сетки расчетных сечений дамб в программе PLAXIS 2D.....	32
Таблица 6.1 – Расчетные значения притока в дренажное устройство ограждающей дамбы № 1 для 2-го основного расчетного случая.....	33
Таблица 6.2 – Расчетные значения притока в дренажное устройство ограждающей дамбы № 1 для 3-го особого расчетного случая.....	33
Таблица 7.1 – Результаты расчетов напряженного состояния дамбы хвостохранилища.....	39
Таблица 7.2 – Максимальные расчетные значения горизонтальных ( $D_x$ ) и вертикальных ( $D_y$ ) перемещений дамб хвостохранилища .....	41
Таблица 7.3 – Максимальные расчетные значения продольных усилий в геомембране .....	47
Таблица 8.1 – Результаты расчетов общей статической устойчивости откосов дамб для первого и второго основных расчетных случаев.....	54
Таблица 8.2 – Результаты расчетов общей сейсмической устойчивости откосов дамб для четвертого особого расчетного случая.....	56
Таблица 8.3 – Результаты расчетов статической и сейсмической устойчивости зыбана откосов дамб .....	59

#### Перечень рисунков

Рисунок 5.1 – План хвостохранилища 8-я очередь (полное развитие) .....	22
Рисунок 5.2 – Расчетное сечение 1-1 по ограждающей дамбе № 1 .....	24
Рисунок 5.3 – Расчетное сечение 2-2 по ограждающей дамбе № 2 .....	25
Рисунок 5.4 – Расчетное сечение 3-3 по дамбе № 5 .....	26
Рисунок 5.5 – Расчетное сечение 4-4 по дамбе № 5 .....	26
Рисунок 5.6 – Расчетное сечение 5-5 по дамбе № 6 .....	27
Рисунок 5.7 – Расчетное сечение 6-6 по дамбе № 7 .....	27
Рисунок 5.8 – Условные обозначения инженерно-геологических элементов.....	28
Рисунок 5.9 – Конечно-элементная дискретизация расчетного сечения 1-1 (ограждающая дамба № 1).....	29
Рисунок 5.10 – Конечно-элементная дискретизация расчетного сечения 2-2 (ограждающая дамба № 2).....	29
Рисунок 5.11 – Конечно-элементная дискретизация расчетного сечения 3-3 (дамба № 5) .....	30

Рисунок 5.12 – Конечно-элементная дискретизация расчетного сечения 4-4 (дамба № 5)	30
Рисунок 5.13 – Конечно-элементная дискретизация расчетного сечения 5-5 (дамба № 6)	31
Рисунок 5.14 – Конечно-элементная дискретизация расчетного сечения 6-6 (дамба № 7)	31
Рисунок 7.1 – Положение контрольных точек на гребне ограждающей дамбы № 1 (сечение 1-1)	36
Рисунок 7.2 – Положение контрольных точек на гребне ограждающей дамбы № 2 (сечение 2-2)	36
Рисунок 7.3 – Положение контрольной точки на гребне дамбы № 5 (сечение 3-3)	37
Рисунок 7.4 – Положение контрольной точки на гребне дамбы № 5 (сечение 4-4)	37
Рисунок 7.5 – Положение контрольной точки на гребне дамбы № 6 (сечение 5-5)	38
Рисунок 7.6 – Положение контрольной точки на гребне дамбы № 7 (сечение 6-6)	38
Рисунок 7.7 – График развития осадок на гребне ограждающей дамбы № 1 (сечение 1-1) в процессе строительства и эксплуатации каждой очереди	43
Рисунок 7.8 – График развития осадок на гребне ограждающей дамбы № 2 (сечение 2-2) в процессе строительства и эксплуатации каждой очереди	43
Рисунок 7.9 – График развития осадок на гребне дамбы № 5 (сечение 3-3) в процессе строительства и эксплуатации	44
Рисунок 7.10 – График развития осадок на гребне дамбы № 5 (сечение 4-4) в процессе строительства и эксплуатации	44
Рисунок 7.11 – График развития осадок на гребне дамбы № 6 (сечение 5-5) в процессе строительства и эксплуатации	45
Рисунок 7.12 – График развития осадок на гребне дамбы № 7 (сечение 6-6) в процессе строительства и эксплуатации	45
Рисунок 7.13 – Максимальное продольное усилие в геомембране ограждающей дамбы № 1 (сечение 1-1) после наполнения 8-й очереди	48
Рисунок 7.14 – Максимальное продольное усилие в геомембране ограждающей дамбы № 2 (сечение 2-2) после наполнения 8-й очереди	49
Рисунок 7.15 – Максимальное продольное усилие в геомембране дамбы № 5 (сечение 3-3) после наполнения 8-й очереди	49
Рисунок 7.16 – Максимальное продольное усилие в геомембране дамбы № 5 (сечение 4-4) после наполнения 8-й очереди	50



Рисунок 7.17 – Максимальное продольное усилие в геомембране дамбы № 6 (сечение 5-5) после наполнения 8-й очереди.....	50
Рисунок 7.18 – Максимальное продольное усилие в геомембране дамбы № 7 (сечение 6-6) после наполнения 8-й очереди.....	51
Рисунок 8.1 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения защитного слоя на верховом откосе 7-й очереди ограждающей дамбы № 1 (сечение 1-1) при укладке текстурированной с одной стороны геомембраны.....	60
Рисунок 8.2 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения защитного слоя на верховом откосе 7-й очереди ограждающей дамбы № 1 с учетом сейсмической нагрузки (сечение 1-1) при укладке текстурированной с одной стороны геомембраны	60
Рисунок 8.3 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения защитного слоя на верховом откосе 7-й очереди ограждающей дамбы № 1 (сечение 1-1) при укладке текстурированной с двух сторон геомембраны.....	61
Рисунок 8.4 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения защитного слоя на верховом откосе 7-й очереди ограждающей дамбы № 1 с учетом сейсмической нагрузки (сечение 1-1) при укладке текстурированной с двух сторон геомембраны .....	61
Рисунок 8.5 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения защитного слоя на верховом откосе дамбы № 5 (сечение 4-4) при укладке текстурированной с одной стороны геомембраны .....	62
Рисунок 8.6 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения защитного слоя на верховом откосе дамбы № 5 с учетом сейсмической нагрузки (сечение 4-4) при укладке текстурированной с одной стороны геомембраны.....	62
Рисунок 8.7 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения защитного слоя на верховом откосе дамбы № 5 (сечение 4-4) при укладке текстурированной с двух сторон геомембраны .....	63
Рисунок 8.8 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения защитного слоя на верховом откосе дамбы № 5 с учетом сейсмической нагрузки (сечение 4-4) при укладке текстурированной с двух сторон геомембраны.....	63

## Введение

В настоящем отчете приведены результаты работ по «Расчету устойчивости и напряженно-деформированного состояния дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 с учетом фильтрационного режима».

Расчетные исследования были выполнены в нижеследующей последовательности:

- 1) анализ существующего состояния сооружений, результатов инженерно-геологических изысканий грунтов основания и сооружений;
- 2) построение геомеханических моделей по расчетным сечениям;
- 3) проведение расчетных исследований устойчивости и напряженно-деформированного состояния дамбы с учетом результатов указанных выше работ, а также статических (от собственного веса сооружений) и сейсмических нагрузок;
- 4) Составление обобщающего технического отчета, в составе которого:
  - обоснована (расчетами) надежность и безопасность сооружений в процессе реконструкции, строительства и эксплуатации с учетом конструктивных и технологических особенностей сооружения;
  - выполнена оценка устойчивости дамб хвостохранилища в процессе реконструкции и эксплуатации;
  - разработаны необходимые рекомендации по обеспечению безопасности проведения работ по реконструкции хвостохранилища.

## 1 Состояние существующего хвостохранилища

### 1.1 Краткое описание сооружения

В настоящее время хвостохранилище хвостов сульфидной флотации и склад углеродного продукта эксплуатируется в соответствии с проектом «Хвостохранилище для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики Бакырчикского ГОКа», выполненным ТОО «Казахстанский Проектно-Инжиниринговый Центр «Литера 3» в 2016 г [1]. Хвосты в хвостохранилище хвостов сульфидной флотации и на складе углеродного продукта укладываются наливным способом (с гидравлической укладкой хвостов и возвратом оборотной воды на фабрику). Хвостохранилище хвостов сульфидной флотации и склад углеродного продукта являются искусственными емкостями, образованными оградяющими дамбами и естественным рельефом.

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

Согласно проекту, заполнение и строительство хвостохранилища хвостов сульфидной флотации предусматривается в четыре очереди. Полезной емкости хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта будет достаточно для складирования хвостов до 2026 г.

Для дальнейшего складирования хвостов требуется реконструкция существующего хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта с наращиванием оградяющих дамб.

### 1.2 Оградяющая дамба № 1

Максимальная проектная отметка оградяющей дамбы № 1 – 455,50 м. Оградяющая дамба № 1 состоит из 4-х очередей. Каждая очередь отсыпается в сторону низового откоса на подготовленное основание. Ширина дамбы по гребню по проекту заложена 10,0 м, при разработке рабочей документации по требованию Заказчика ширина гребня была увеличена до 12,0 м. Основные параметры оградяющей дамбы № 1 приведены в таблице (Таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Основные параметры оградяющей дамбы № 1

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

Параметры	1-я очередь	2-я очередь	3-я очередь	4-я очередь
Крутизна низового откоса	1:2,5	1:2,5	1:3	1:3
Отметка бермы низового откоса, м	425,50	435,50	445,50	–
Ширина бермы низового откоса, м	3,00			

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

На низовом откосе ограждающей дамбы предусмотрена берма шириной 3,0 м.

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

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

### 1.3 Ограждающая дамба № 2

Максимальная проектная отметка ограждающей дамбы № 2 – 455,50 м. Согласно проекту, ограждающая дамба № 2 возводится в четыре очереди. Для оптимизации строительных работ ограждающая дамба № 2 была возведена на полную высоту в рамках 2-й очереди строительства (до отметки 455,50 м). Отсыпка очередей велась в сторону низового откоса ограждающей дамбы № 2 на подготовленное основание. Ширина ограждающей дамбы № 2 по гребню по проекту заложена 10,0 м, при разработке рабочей документации по требованию Заказчика ширина гребня была увеличена до 12,0 м. Конструкция ограждающей дамбы № 2 предусмотрена с учетом будущего наращивания дополнительных очередей. Основные характеристики ограждающей дамбы № 2 приведены в таблице (Таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Основные параметры ограждающей дамбы № 2

Параметры	1-я очередь	2-я очередь
Отметки гребня дамбы, м	446,50	455,50
Максимальная отметка уровня воды, м	445,50	454,00
Максимальная высота дамбы, м	5	13,7
Класс ГТС*	II	



Параметры	1-я очередь	2-я очередь
Длина ограждающей дамбы по оси гребня, м	202,09	821,61
Ширина дамбы по гребню, м	12	
Крутизна верхового откоса	1:3	
Крутизна низового откоса	1:2	

Конструкция гребня, грунт и способ отсыпки ограждающей дамбы № 2 аналогичны приведенным в разделе 1.2.

#### 1.4 Дамба № 3

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

Дамба № 3 устроена на естественном основании. Грунт и способ отсыпки дамбы № 3 аналогичен приведенным в разделе 1.2.

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

#### 1.5 Дамба № 4

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

Противофильтрационные мероприятия, конструкция гребня, грунт и способ отсыпки дамбы № 4 аналогичны приведенным в разделе 1.4.

#### 1.6 Дамба № 5

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

Дамба № 5 отсыпана на естественном основании.

Низовой откос укреплен защитным слоем из щебня и глины. На верховом откосе защитный экран состоит из: защитного слоя щебня, сутлинка, противофильтрационного

экрана из полиэтиленовой геомембраны толщиной 1,5 мм и выравнивающего слоя из суглинки.

#### **1.7 Ложе хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта**

В ложе хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта предусмотрен противофильтрационный экран. В качестве гидроизолирующего элемента выступает геосинтетический материал – геомембрана из полиэтилена высокой плотности ПЭВП (HDPE) толщиной 1,5 мм. Конструкция противофильтрационного экрана предусматривает подстилающий и защитный слои.

Противофильтрационный экран включает: подстилающий слой из дресвяно-щебнистого грунта толщиной 0,3 м, поверх которого уложен выравнивающий слой из связных грунтов толщиной 0,2 м. Поверх выравнивающего слоя уложена полиэтиленовая геомембрана, поверх которой отсыпается защитный слой из связного грунта толщиной 0,2 м. Поверх защитного слоя из связного грунта укладывается слой крепления из дресвяно-щебнистого грунта толщиной 0,3 м.

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

#### **1.8 Дренажная система**

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

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

## 2 Основные технические решения проектируемого хвостохранилища

### 2.1 Краткое описание сооружения

Основными техническими решениями по объекту в проекте [2] рассматриваются задачи размещения дополнительного объема хвостов ОФ от золоторудного месторождения за счет реконструкции существующего хвостохранилища путем наращивания ограждающих дамб № 1 и 2 в четыре очереди до отметок: 459,5 м – 5-я очередь, 463,5 м – 6-я очередь, 467,0 м – 7-я очередь, 472,0 м – 8-я очередь, наращивания дамбы № 5 и строительства новых дамб № 6 и 7 с целью обеспечения необходимой емкости для размещения хвостов в один этап до отметки – 472,0 м.

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

На основании действующих нормативных документов для реконструируемого хвостохранилища принято:

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

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

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

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

Ограждающие дамбы № 1 и 2 и дамбы № 5–7 по типу – земляные, насыпные с противофильтрационным элементом в виде сплошного экрана на внутренних откосах и в ложе из геосинтетического материала. Основные параметры ограждающих дамб № 1 и № 2 и дамб № 5–7 по очередям приведены в таблице (Таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Основные параметры ограждающих дамб № 1 и 2 и дамб № 5–7

Наименование	Ограждающая дамба № 1	Ограждающая дамба № 2	Дамба № 5	Дамба № 6	Дамба № 7
Отметки гребня дамбы, м:					
- 5-я очередь,	459,5	459,5			
- 6-я очередь,	463,5	463,5	472,0	472,0	472,0
- 7-я очередь,	467,0	467,0			
- 8-я очередь	472,0	472,0			



Наименование	Ограждающая дамба № 1	Ограждающая дамба № 2	Дамба № 5	Дамба № 6	Дамба № 7
Максимальная отметка уровня воды, м	458,0	458,0	470,5	470,5	470,5
- 5-я очередь;	462,0	462,0			
- 6-я очередь;	465,5	465,5			
- 7-я очередь;	470,5	470,5			
- 8-я очередь					
Максимальная высота дамбы, м	40,5	18,5			
- 5-я очередь;	44,5	22,5	20	18	17
- 6-я очередь;	48,0	26			
- 7-я очередь;	53,0	31			
- 8-я очередь					
Длина ограждающей дамбы по оси гребня, м	1382	307			
- 5-я очередь;	1548	350	740	400	107
- 6-я очередь;	1601	466			
- 7-я очередь;	1753	596			
- 8-я очередь					
Вид работ	реконструкция	реконструкция	реконструкция	проектируемая	проектируемая
Ширина по гребню, м	12	13	14	14	14
Крутизна верхового откоса	1:3				
Крутизна низового откоса	1:2,5	1:2,5	1:3	1:3	1:3
Ширина бермы наружного откоса, м	13 (5 см.), 6 (6-8 см.)	6	-	-	-
<p>Примечания:</p> <p>1. Дамбы № 5, 6 относятся к складу углеродного продукта № 2, дамба № 7 к хвостохранилищу хвостов сульфидной флотации. Указанные сооружения строятся на максимальную высоту в один этап в рамках строительства 5-й очереди.</p> <p>2. Дамба № 5 является разделительной дамбой между хвостохранилищем хвостов сульфидной флотации и складом углеродного продукта № 2.</p> <p>3. Дамба № 7 также является сооружением инженерной защиты для создания аккумулярующей емкости поверхностного стока (полезный объем - 200 тыс. м³), аккумулирующим сток с прилегающей территории.</p> <p>4. Ширина бермы наружного откоса ограждающей дамбы № 1 5-й очереди (13 м) принята с учетом технологии производства работ. Максимальная высота ограждающей дамбы № 1 хвостохранилища хвостов сульфидной флотации составит 53,0 м (8-я очередь), что классифицирует ее как гидротехническое сооружение I класса в соответствии с СП РК 3.04-101-2013 и I (повышенного) уровня ответственности в соответствии с «Правилами определения общего порядка отнесения зданий и сооружений к категории и (или) технологически сложным объектам», утвержденные приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 28 февраля 2015 года № 165.</p>					

Ограждающие дамбы №1 и 2 и дамба №5 отсыпаются из местного крупнообломочного грунта вскрыши карьера D<sub>cr</sub>=150 мм максимальной крупностью 300 мм, частично на дамбу предыдущей очереди, частично в нижний бьеф на предварительно спланированное и уплотненное основание.

Дамбы №6-7 отсыпаются из местного крупнообломочного грунта вскрыши карьера D<sub>cr</sub>=150 мм максимальной крупностью 300 мм на предварительно спланированное и уплотненное основание.



Технический отчет по выполненной работе  
«Расчет устойчивости и напряженно-деформированного состояния дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта с учетом фильтрационного режима»

### 2.3 Противофильтрационные мероприятия

В качестве противофильтрационных мероприятий предусмотрены:

- экран из геосинтетических материалов в ложе и на откосах дамб;
- дренажная система.

#### 2.3.1 Противофильтрационный экран ограждающих дамб

В качестве противофильтрационного элемента ограждающих дамб принят геосинтетический материал – текстурированная с одной стороны полимерная геомембрана из полиэтилена высокой плотности HDPE-ST толщиной 1,5 мм.

Поверх геомембраны HDPE-ST предусматривается слой из нетканого иглопробивного геотекстиля, который выполняет защитную функцию.

На укатанный и уплотненный внутренний откос тела дамбы устраивается подстилающий слой из суглинка (глины) толщиной 0,2 м. На подготовленный подстилающий слой укладывается противофильтрационный элемент из геосинтетических материалов (геомембрана текстурированной стороной вверх и геотекстиль). Далее устраивается защитный слой из крупнообломочного грунта фр. 20–50 мм толщиной 0,5 м. Крепление внутреннего откоса от размыва принято из крупнообломочного грунта без заполнителя  $d_{кр}=150$  мм толщиной 0,5 м.

#### 2.3.2 Противофильтрационный экран ложа хвостохранилища

В ложе хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 предусмотрена текстурированная с одной стороны геомембрана из полиэтилена высокой плотности HDPE-ST толщиной 1,5 мм.

Геомембрана укладывается на подстилающий слой из суглинка (глины), толщиной 0,2 м который отсыпается на подготовленное, спланированное и уплотненное естественное основание.

Поверх геомембраны укладывается защитный слой из слабоводопроницаемого ненабухающего непросадочного глинистого грунта толщиной 0,5 м с крупностью частиц заполнителя менее 5 мм.

Для обеспечения технологической возможности возведения склада углеродного продукта с использованием тяжелой техники без риска повреждения геосинтетического противофильтрационного элемента в ложе склада углеродного продукта вдоль нижней бровки дамб № 5 и 6 (шириной 10 м) и на бортах ложа предусматривается следующая конструкция. После укладки подстилающего слоя и геомембраны, уложенной текстурой вверх, укладывается слой нетканого иглопробивного геотекстиля, выполняющего защитную функцию. Поверх геотекстиля укладывается защитный слой из суглинка с древесноволокнистым заполнителем толщиной 0,50 м, поверх которого отсыпается еще один защитный слой из крупнообломочного грунта фр. 20–50 мм толщиной 0,50 м.

Центральная часть карт 1 и 2 ложа склада углеродного продукта устраивается без грунтовых защитных слоев. В качестве защитного слоя геомембраны предусматривается защитный слой из воды в дальнейшем замываемый пульпой при эксплуатации 5-й очереди.

### 2.3.3 Дренажная система

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

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

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

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



3 Топографические и климатические условия

ТОО «КИРТ» в 2023 году были выполнены работы по инженерно-гидрометеорологическим изысканиям [3] для подготовки проектной документации на территории реконструируемого хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта.

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

По схематической карте районирования территории Республики Казахстан для строительства из СП РК 2.04-01-2017 район проектирования относится к климатическому району I и подрайону IV. Климат района резко континентальный с продолжительной холодной зимой и коротким жарким и засушливым летом, большими сезонными и суточными колебаниями температуры воздуха. Согласно ГОСТ 16350-80 климат района характеризуется как умеренно холодный. Самый холодный месяц – январь, самый теплый – июль. Критерии климатического районирования показаны в таблице (Таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Критерии климатического районирования

Климатический район	Климатический подрайон	Среднемесячная температура воздуха в январе, °С	Средняя скорость ветра за три зимних месяца, м/с	Среднемесячная температура воздуха в июле, °С	Среднемесячная относительная влажность воздуха в июле, %
I	IV	от минус 12 до минус 17	–	от 15 до 23	–

Ветровая нагрузка

Преобладающее направление ветров в районе месторождения «Базырчик» – юго-восточное и северо-западное. Ветровые характеристики по данному району приведены в таблицах (Таблица 3.2 – Таблица 3.4).

Таблица 3.2 – Максимальная скорость ветра различной обеспеченности, (м/с)

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

Таблица 3.3 – Среднегодовая повторяемость (%) направления ветра и безветрия

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

Таблица 3.4 – Средняя скорость ветра по направлению, (м/сек)

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

#### Снеговая нагрузка

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

#### 4 Инженерно-геологические условия площадки хвостохранилища

Большая часть информации, содержащейся в данном разделе, принята по данным технического отчета [4], выполненного ТОО «КИРТ» в 2023 г.

##### 4.1 Инженерно-геологическая характеристика грунтов

Геолого-литологический разрез, в пределах исследованной территории, на глубину до 49,6 м представлен тремя стратиграфо-генетическими комплексами нелитифицированных и литифицированных отложений, два из которых образовались в результате естественно-исторического процесса формирования территории, а один является техногенными (искусственными) образованиями, возникшими в результате инженерно-хозяйственной деятельности человека. Ниже приводится детальная характеристика каждого из выделенных стратиграфо-генетических комплексов отложений (сверху вниз).

*Первый комплекс – насыпной (техногенный) грунт –  $Q_n$ .* Слагает тело насыпи, отсыпанной сухим способом. Представлены бессистемным нагромождением различного по составу грунта: древесно-глыбово-щебенистыми отложениями от разработки скального грунта (ИГЭ-1а) и суглинистого грунта (ИГЭ-1б):

- ИГЭ-1а. Представлен алевролитом, песчанником, углисто-глинистыми сланцами, порфиритами и древесно-глыбово-щебенистыми отложениями. Мощность насыпных техногенных грунтов варьирует в пределах от 0,5 до 37,5 м. Слагает тело дамбы 1; 2; 5; 6;

- ИГЭ-1б. Представлен суглинком легким пылеватым, древесным, твердым, известковистым, с примесью органического вещества, незасоленным, среднесрпадочным. Мощность насыпных техногенных грунтов варьирует в пределах от 0,1 до 15,5 м. Слагает тело дамбы 1; 2; 5.

*Второй комплекс – декарбонизованные (др $Q_n^{2-3}$ ). Представлены суглинками и глинами твердой консистенции с включением дресвы до 15 % и щебенисто-дресвяными, дресвяно-щебенистыми грунтами с сузсчава-суглинистым заплднителем до 15-25 %:*

- суглинок легкий вешанистый (ИГЭ-2) с дресвой, твердый, известковый, с примесью органического вещества, незасоленный, сильноибузающий. Вскрытая мощность 0,2 – 17,2 м;

- глина легкая пылеватая (ИГЭ-3) твердая, известковистая, с низким содержанием органического вещества, незасоленная. Вскрытая мощность 0,98 – 5,62 м;

- супсь песчанистая (ИГЭ-4) дресвяная, твердая, известковистая, незасоленная. Вскрытая мощность 0,2 – 9,1 м;

- дресвяно-щебенистый грунт (ИГЭ-5) неоднородный, маловлажный. Вскрытая мощность 0,2 – 18,0 м;

- щебенистый грунт (ИГЭ-6) неоднородный. Вскрытая мощность 0,20 – 1,60 м;

- дресвяный грунт (ИГЭ-7) неоднородный. Вскрытая мощность 0,54 – 4,80 м.

Третий комплекс. Калбинская свита (C<sub>1</sub>Skb) представлена от темно-серых до черных углисто-глинистыми сланцами, алевролитами с прослоями серых полимиктовых песчаников и редкими маломощными линзами темно-серых известняков;

– песчаник (ПГЭ-8) очень плотный, прочный, неразмываемый. Вскрытая мощность 0,80 – 18,70 м;

– алевролит (ПГЭ-9) очень плотный, средней прочности, неразмываемый. Вскрытая мощность 0,50 – 14,90 м.

#### 4.2 Физико-механические свойства грунтов

Характеристика инженерно-геологических элементов (ИГЭ), выделенных в соответствии с классификацией ГОСТ 25100–2020 по данным лабораторных испытаний грунтов и статистической обработки приводится в таблице (Таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Характеристика инженерно-геологических элементов и слоев

№ ИГЭ	Наименование грунтов по ГОСТ 25100-2020
1а (IQ <sub>н</sub> )	Насыщенный грунт. Алевролит, песчаник, углисто-глинистые сланцы, порфириты и древесно-глибово-щебенчатые отложения.
1б (IQ <sub>н</sub> )	Насыщенный грунт. Суглинок легкий пылеватый, дресвяный, твердый, известковый, с примесью органического вещества, незасоленный, среднепродолжительный.
2 (dpQ <sub>н</sub> <sup>20</sup> )	Суглинок легкий пылеватый с дресвой, твердый, известковый, с примесью органического вещества, незасоленный, среднепродолжительный.
3 (dpQ <sub>н</sub> <sup>20</sup> )	Глина легкая пылеватая твердая, известковая, с низким содержанием органического вещества, незасоленная.
4 (dpQ <sub>н</sub> <sup>20</sup> )	Супесь песчаная дресвяная, твердая, известковая, незасоленная.
5 (dpQ <sub>н</sub> <sup>20</sup> )	Древесно-щебенчатый грунт неоднородный, маловлажный.
6 (dpQ <sub>н</sub> <sup>20</sup> )	Щебенчатый грунт неоднородный.
7 (dpQ <sub>н</sub> <sup>20</sup> )	Дресвяный грунт неоднородный.
8 (C <sub>1</sub> Skb)	Песчаник очень плотный, прочный, неразмываемый.
9 (C <sub>1</sub> Skb)	Алевролит очень плотный, средней прочности, неразмываемый.

Обобщенная таблица принятых характеристик грунтов тела и основания дамбы представлена в приложении А.

#### 4.3 Сейсмические условия района

Согласно карте общего сейсмического зонирования территории Казахстана, сейсмичность района составляет 6 баллов по карте ОСЗ-2<sub>173</sub> и 7 баллов по карте ОСЗ-2<sub>2075</sub>, СП РК 2.03-30-2017, приложение Б, для поселка Калбатау.

Так как СП РК 2.03-30-2017 распространяется на сооружения, расположенные на площадках с расчетной сейсмичностью 7, 8, 9 и 10 баллов, требуется выполнение отдельного расчета дамбы хвостохранилища на сейсмическую нагрузку.



## 5 Расчетные сечения хвостохранилища

### 5.1 Выбор расчетных сечений

Расчетные поперечные сечения по хвостохранилищу хвостов сульфидной флотации и складу углеродного продукта № 2 обозначены на рисунке (Рисунок 5.1) красным цветом.

Для каждого сечения был выполнен полный комплекс расчетных исследований – фильтрация, напряженно-деформированного состояния, статической и сейсмической устойчивости – методика проведения и результаты которых описаны далее в разделах 6-8 настоящего отчета.

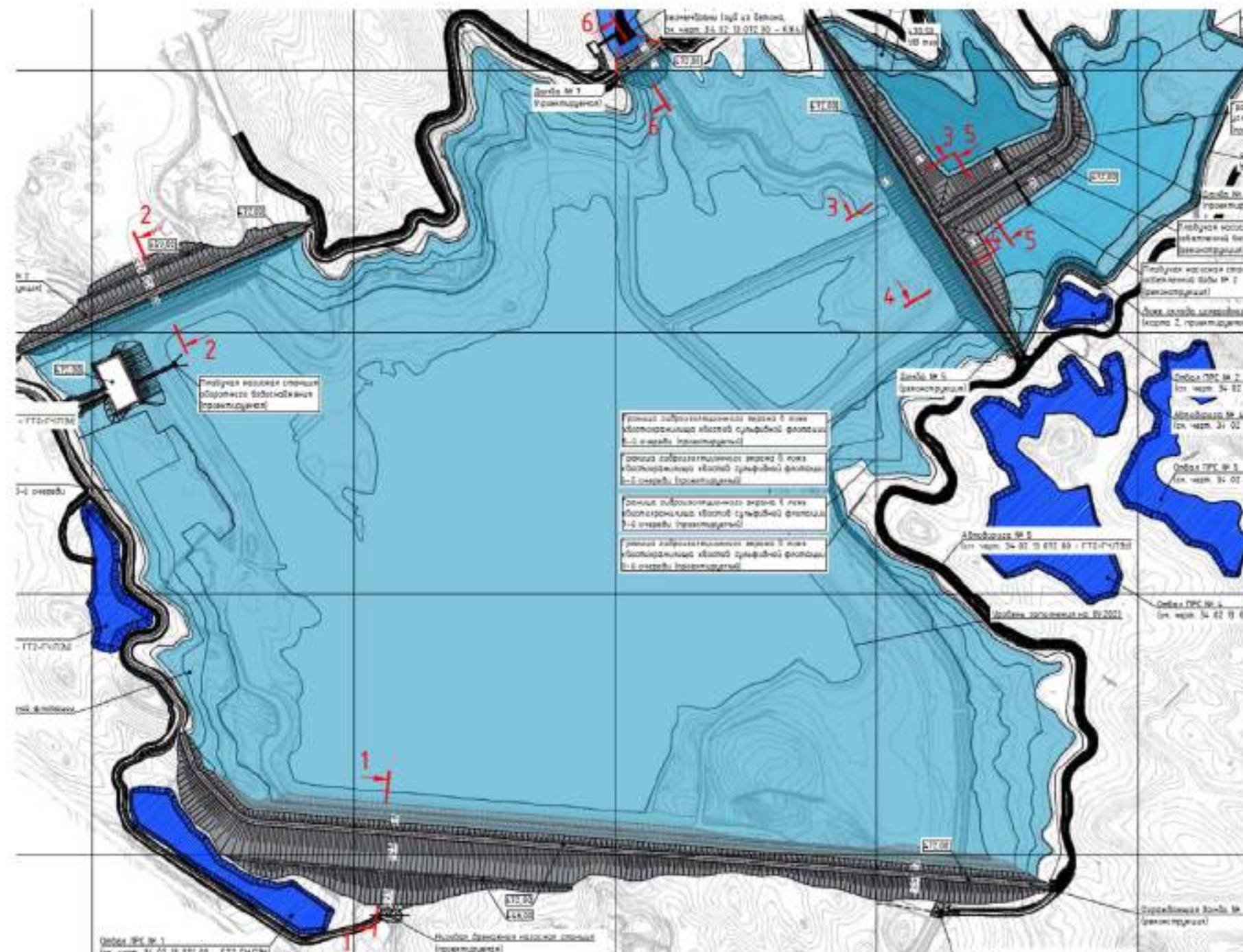


Рисунок 5.1 – План хвостохранилища 8-я очередь (полное развитие)



## 5.2 Схематизация расчетных сечений с учетом результатов инженерно-геологических изысканий

С использованием технического отчета по инженерно-геологическим изысканиям [4], построены схематические сечения по ограждающим дамбам № 1–2, а также по дамбам № 5–7 по окончании эксплуатации. Расчетные сечения показаны на рисунках (Рисунок 5.2–Рисунок 5.7).

На рисунках (Рисунок 5.2–Рисунок 5.7) оранжевой линией обозначена полимерная геомембрана, зеленой – положение осей дамб каждой очереди. Условные обозначения (нумерация) ИГЭ на расчетных сечениях указаны в соответствии с таблицей (Таблица А.1).

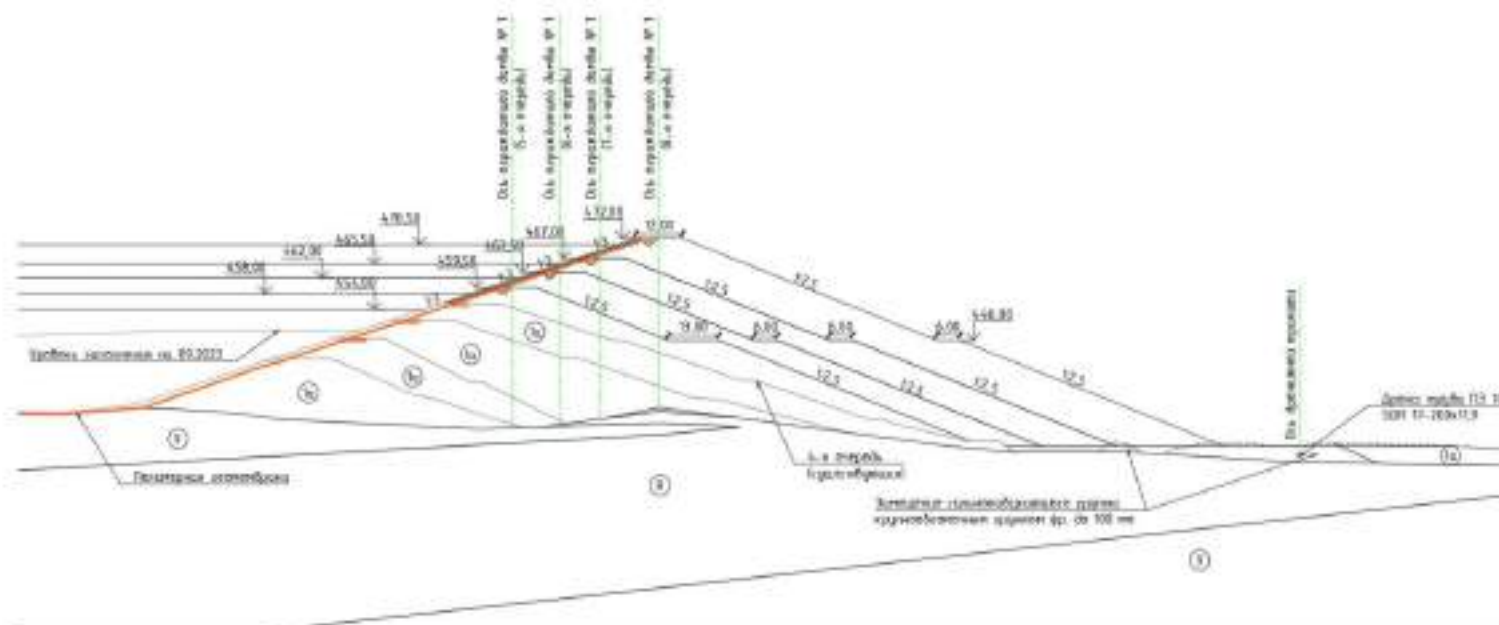


Рисунок 5.2 – Расчетное сечение 1-1 по оправающей дамба № 1.

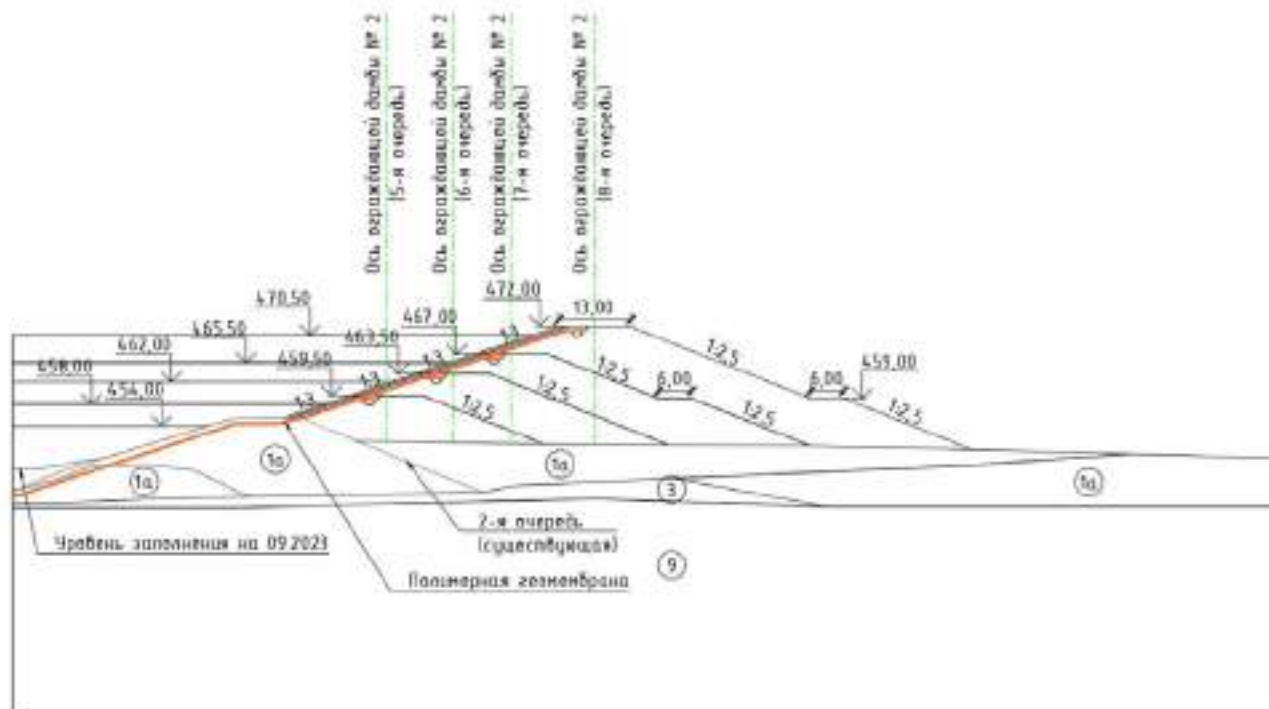


Рисунок 5.3 – Расчетное сечение 2-2 по ограждающей дамбе № 2

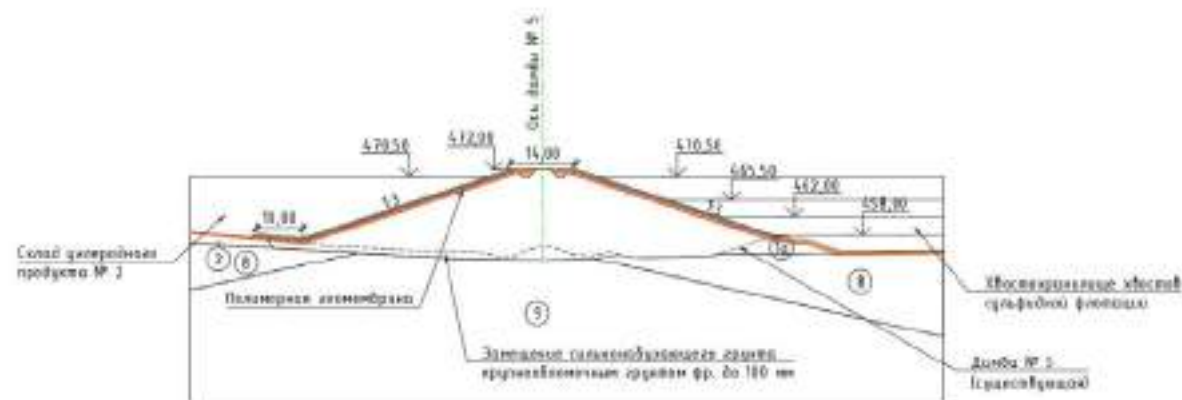


Рисунок 5.4 – Расчетное сечение 3-3 по дамбе № 5



Рисунок 5.5 – Расчетное сечение 4-4 по дамбе № 5

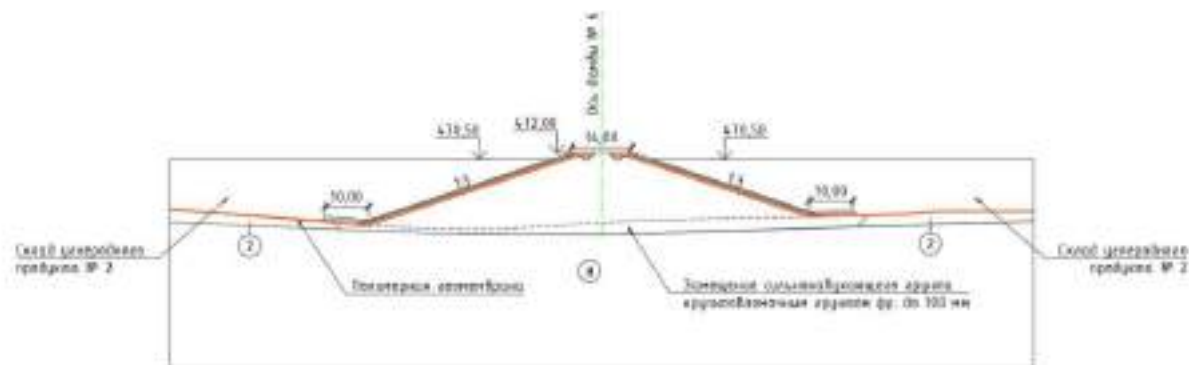


Рисунок 5.6 – Расчетное сечение 5-5 по дамбе № 6

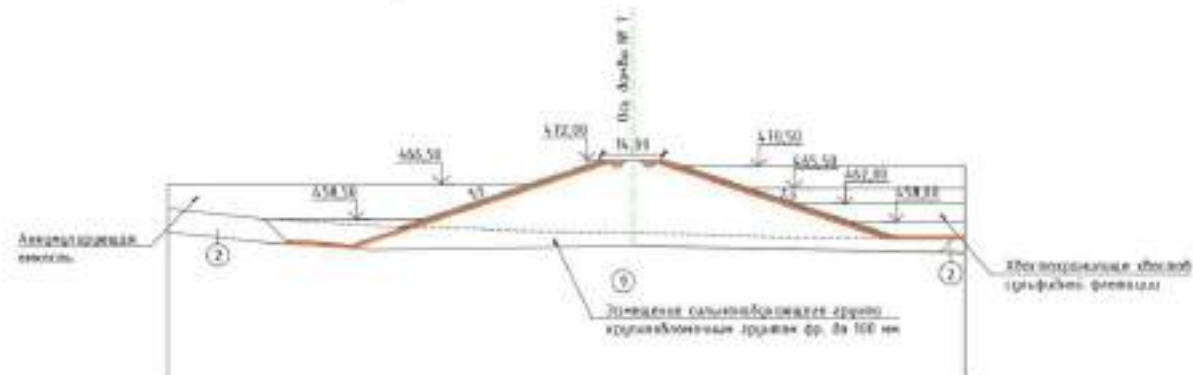


Рисунок 5.7 – Расчетное сечение 6-6 по дамбе № 7



### 5.3 Конечно-элементная дискретизация расчетных сечений

Программный комплекс PLAXIS 2D, используемый при проведении расчетных исследований плазменного, напряженно-деформированного состояния и устойчивости откосов дамб, основан на методе конечных элементов. Расчетные области выбранных поперечных сечений были разбиты на 15-узловые треугольные конечные элементы. Сертификат соответствия программного комплекса PLAXIS 2D представлен в приложении Б.

На рисунках (Рисунок 5.9 – Рисунок 5.14) показана конечно-элементная дискретизация расчетных сечений, а в таблице (Таблица 5.1) приведены основные ее параметры.

Цветовые условные обозначения ИГЭ согласно таблице (Таблица А.1) приведены на рисунке (Рисунок 5.8).



Рисунок 5.8 – Условные обозначения инженерно-геологических элементов

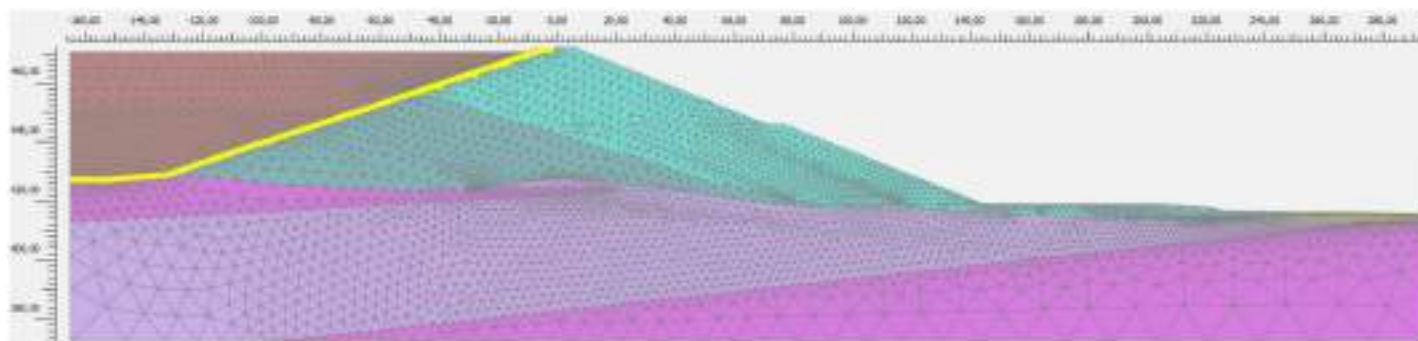


Рисунок 5.9 – Конечнo-элементная дискретизация расчетного сечения 1-1 (отражающая дамба № 1)

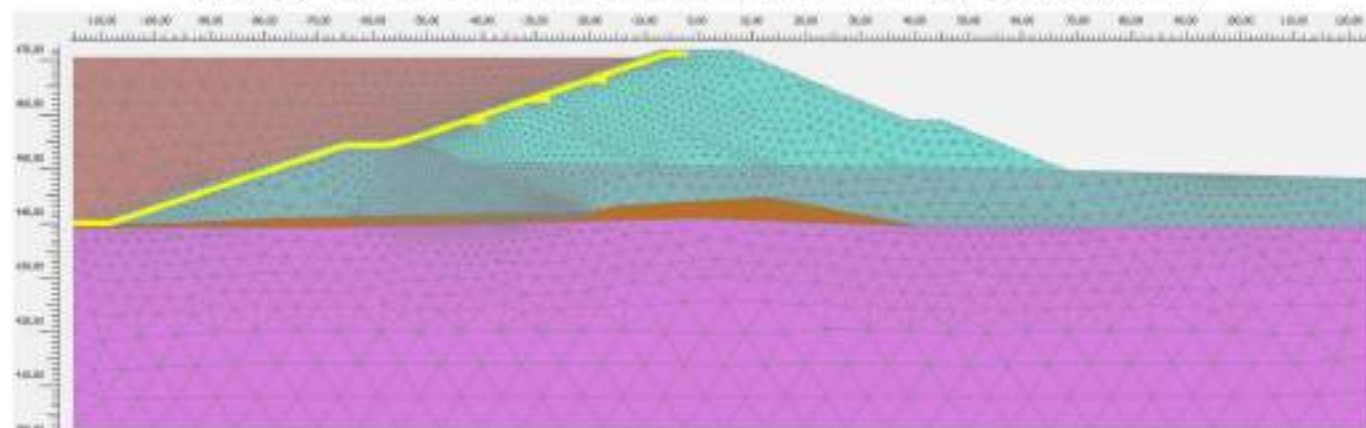


Рисунок 5.10 – Конечнo-элементная дискретизация расчетного сечения 2-2 (отражающая дамба № 2)

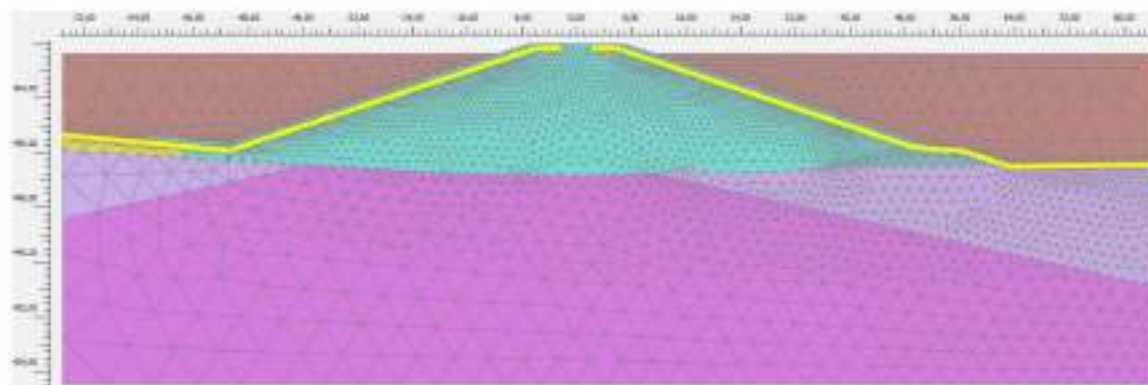


Рисунок 5.11 – Конечно-элементная дискретизация расчетного сечения 3-3 (дамба № 5)

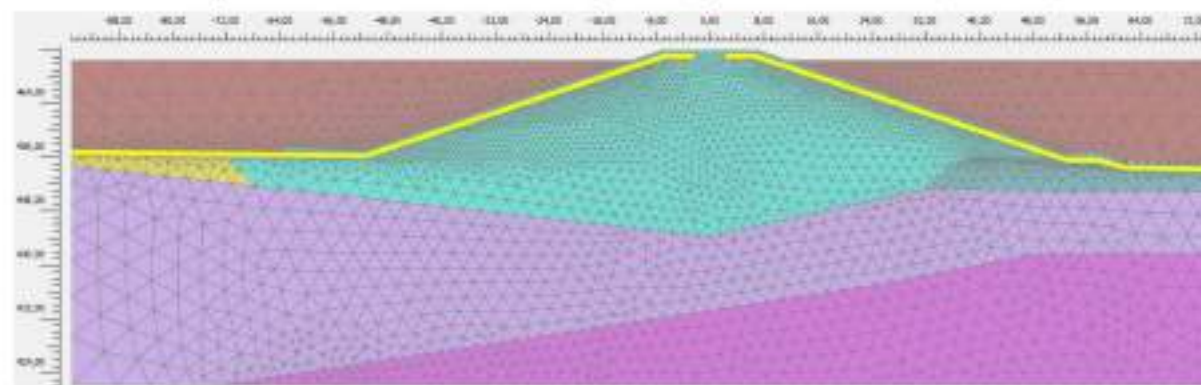


Рисунок 5.12 – Конечно-элементная дискретизация расчетного сечения 4-4 (дамба № 5)

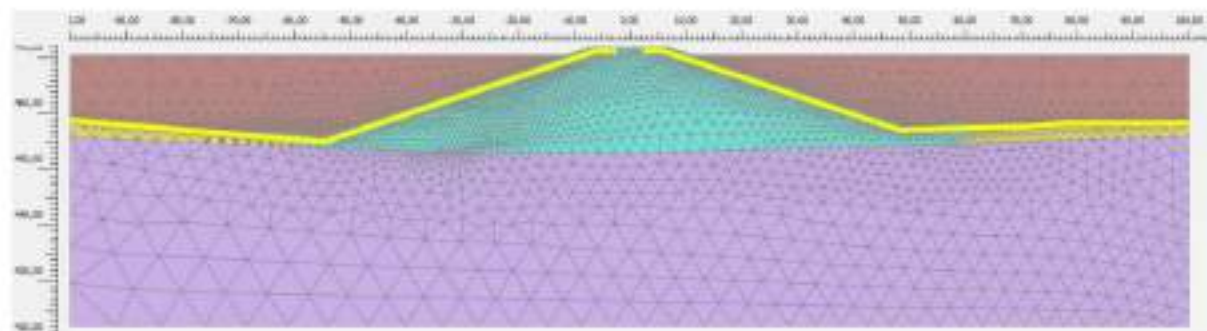


Рисунок 5.13 – Конечн-элементная дискретизация расчетного сечения 5-5 (дамба № 6)

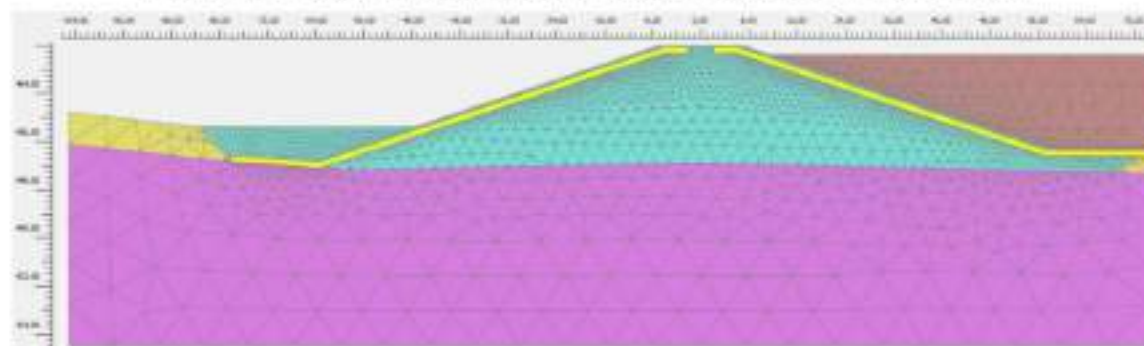


Рисунок 5.14 – Конечн-элементная дискретизация расчетного сечения 6-6 (дамба № 7)

Таблица 5.1 – Основные параметры конечно-элементной сетки расчетных сечений дамб в программе PLAXIS 2D

Сечение	Размеры элементов, м <sup>2</sup>			Количество узлов	Количество элементов
	средний	минимальный	максимальный		
1-1	3,43	0,0023	125,70	81186	9882
2-2	2,20	0,0109	35,11	55198	6638
3-3	0,85	0,0040	28,52	76783	9150
4-4	0,91	0,0067	18,10	75389	9051
5-5	1,11	0,0052	38,88	74463	8768
6-6	1,23	0,0147	33,70	54962	6404



## 6 Расчеты влажностного состояния дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2

### 6.1 Результаты расчетов фильтрации через тело и основание дамб

Для перехвата фильтрационных вод, поступающих из хвостохранилища, запроектирована дренажная система, состоящая из дренажных насосных станций с трубчатым дренажем. Трубчатый дренаж выполнен из перфорированной ПЭ трубы, уложенной в траншею.

По результатам фильтрационного расчета получен вид депрессионной поверхности на этапах наполнения каждой из очередей как при сохранении целостности полиэтиленовой геомембраны (2-й основной расчетный случай), так и при ее разрыве (3-й особый расчетный случай). Описание расчетных случаев представлено в подразделе 8.1.

Вид депрессионной поверхности на каждом этапе представлен в приложении В для следующих сечений:

- сечение 1-1 (Рисунок В.1–Рисунок В.8);
- сечение 2-2 (Рисунок В.8–Рисунок В.16);
- сечение 6-6 (Рисунок В.17–Рисунок В.21).

Согласно рисункам приложения В, кривая депрессии для основного и особого расчетных случаев имеет схожий вид, поэтому далее отдельный расчет устойчивости для случая разрыва геомембраны не производился. Результаты расчета устойчивости представлены в подразделе 8.4.

Расчетные значения притока в дренажное устройство ограждающей дамбы № 1 для основного и особого расчетных случаев приведены в таблицах (Таблица 6.1–Таблица 6.2).

Таблица 6.1 – Расчетные значения притока в дренажное устройство ограждающей дамбы № 1 для 2-го основного расчетного случая

Сечение	Технологический этап	Величина притока в дренаж, м <sup>3</sup> /сут./п. м.
1-1	Наполнение 5-й очереди до отн. 458,00 м	0,443
	Наполнение 6-й очереди до отн. 462,00 м	0,423
	Наполнение 7-й очереди до отн. 463,50 м	0,391
	Наполнение 8-й очереди до отн. 470,50 м	0,366

Таблица 6.2 – Расчетные значения притока в дренажное устройство ограждающей дамбы № 1 для 3-го особого расчетного случая

Сечение	Технологический этап	Величина притока в дренаж, м <sup>3</sup> /сут./п. м.
1-1	Наполнение 5-й очереди до отн. 458,00 м	0,405



Сечение	Технологический этап	Величина притока в дренаж, м³/сут/п. м.
	Наполение 6-й очереди до отн. 462,00 м	0,423
	Наполение 7-й очереди до отн. 465,50 м	0,391
	Наполение 8-й очереди до отн. 470,50 м	0,365

## 7 Расчеты напряженно-деформированного состояния дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2

### 7.1 Цели и задачи расчетных исследований НДС хвостохранилища

Расчетные исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) хвостохранилища были проведены для достижения следующих целей:

- оценка максимальных осадок, горизонтальных перемещений и напряжений на территории хвостохранилища в период реконструкции, строительства и эксплуатации.

Для достижения поставленных целей были решены следующие задачи:

- разработаны расчетные схемы сооружений в выбранных расчетных сечениях;
- определено напряженно-деформированное состояние сооружений в процессе реконструкции, строительства и эксплуатации.

### 7.2 Методика расчетных исследований НДС хвостохранилища

Расчетные значения характеристик физических, фильтрационных, прочностных и деформационных свойств грунтов тела и основания дамбы были приняты по данным приложения А.

В качестве расчетной модели грунтов тела и основания принята упругопластическая модель Мора-Кулона.

Граничные условия на всех этапах расчета приняты следующими:

- вдоль нижней границы расчетной схемы: закрепление по вертикали и по горизонтали;
- вдоль боковых границ расчетной схемы: закрепление по горизонтали.

Осадки на гребне дамб хвостохранилища были определены в точках А, В, С, D, (Рисунок 7.1).

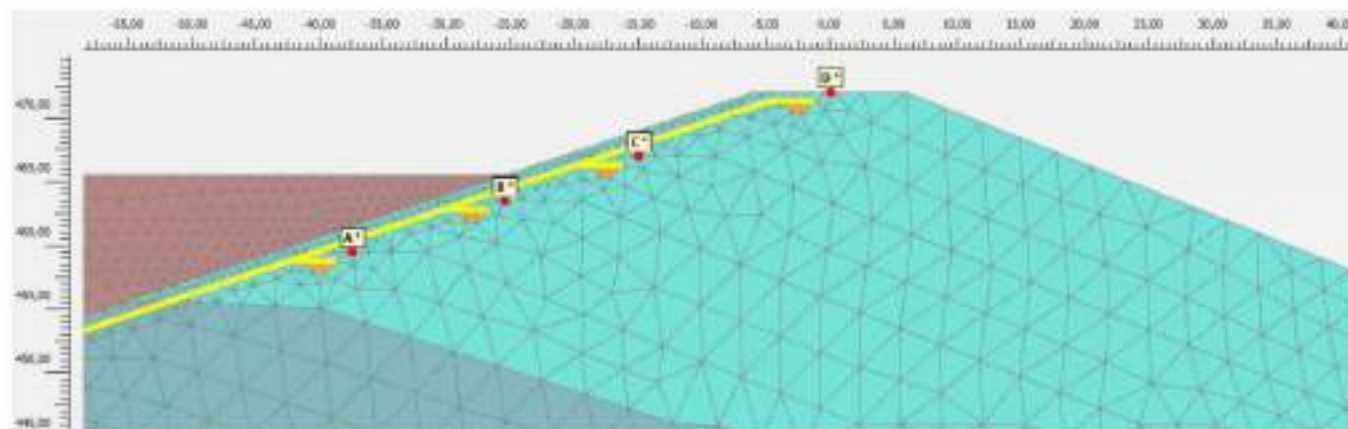


Рисунок 7.1 – Положение контрольных точек на гребне ограждающей дамбы № 1 (сечение 1-1)

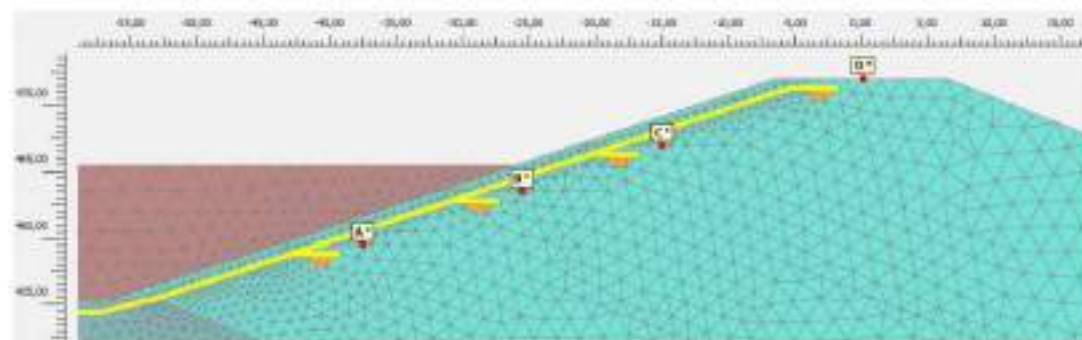


Рисунок 7.2 – Положение контрольных точек на гребне ограждающей дамбы № 2 (сечение 2-2)

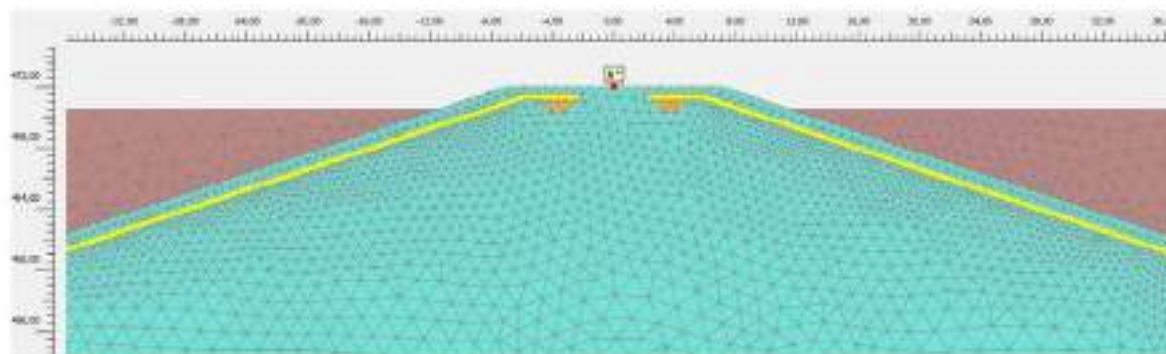


Рисунок 7.3 – Положение контрольной точки на гребне дамбы № 5 (сечение 3-3)

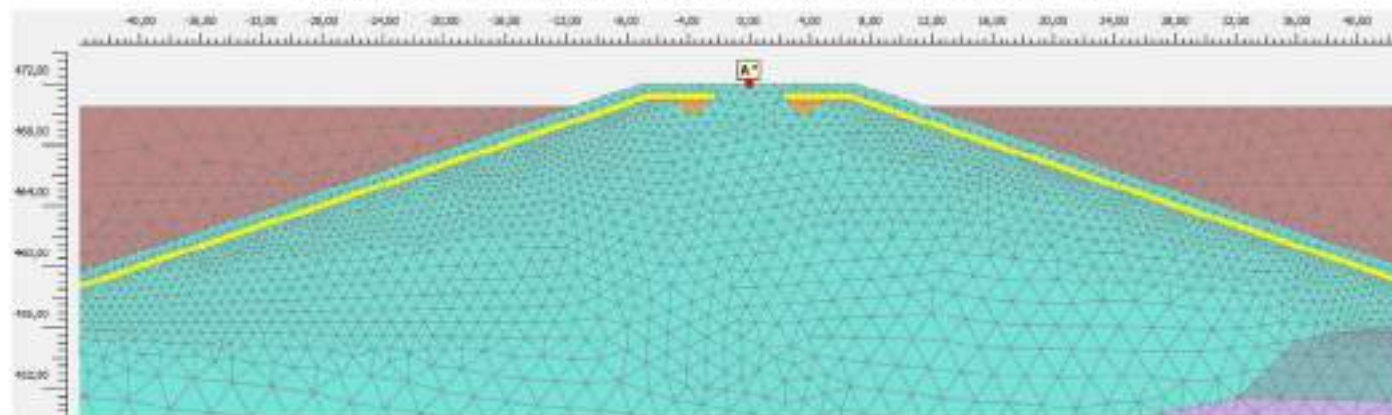


Рисунок 7.4 – Положение контрольной точки на гребне дамбы № 5 (сечение 4-4)



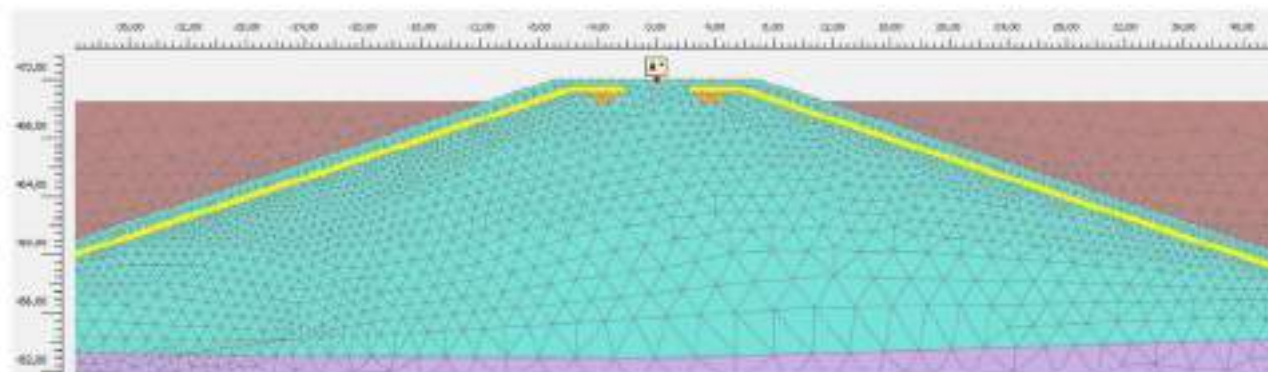


Рисунок 7.5 – Положение контрольной точки на гребне дамбы № 6 (сечение 5-5)

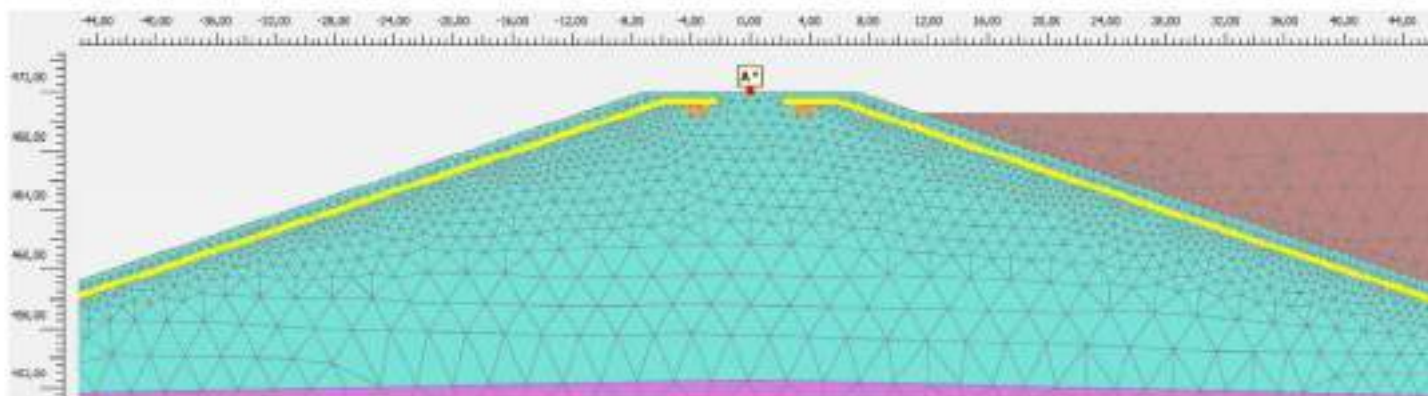


Рисунок 7.6 – Положение контрольной точки на гребне дамбы № 7 (сечение 6-6)



### 7.3 Результаты расчетных исследований НДС хвостохранилища

#### 7.3.1 Результаты расчетов напряженного состояния дамб

Картинки распределения эффективных напряжений  $\sigma_{yy}$  (в кПа), полученных по результатам расчетов в программе PLAXIS 2D в каждом расчетном сечении (максимальные значения) показаны в приложении Г:

- сечение 1-1 (Рисунок Г.1);
- сечение 2-2 (Рисунок Г.2);
- сечение 3-3 (Рисунок Г.3);
- сечение 4-4 (Рисунок Г.4);
- сечение 5-5 (Рисунок Г.5);
- сечение 6-6 (Рисунок Г.6).

Результаты расчетов по каждому этапу сведены в таблицу (Таблица 7.1).

Таблица 7.1 – Результаты расчетов напряженного состояния дамбы хвостохранилища

Сечение	Технологический этап	Максимальное $\sigma_{yy}$ , кПа
1-1	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	-1537
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	-1599
	Возведение 6-й очереди до отм. 463,50 м	-1618
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	-1682
	Возведение 7-й очереди до отм. 467,00 м	-1706
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	-1755
	Возведение 8-й очереди до отм. 472,00 м	-1852
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	-1886
2-2	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	-927
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	-924
	Возведение 6-й очереди до отм. 463,50 м	-990
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	-1019
	Возведение 7-й очереди до отм. 467,00 м	-1083
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	-1107
	Возведение 8-й очереди до отм. 472,00 м	-1196
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	-1234
3-3	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	-1206
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	-842
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	-806

Сечение	Технологический этап	Максимальное $\sigma_{\Sigma}$ , кПа
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	-782
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	-773
4-4	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	-1181
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	-821
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	-788
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	-767
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	-764
5-5	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	-1201
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	-837
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	-802
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	-778
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	-769
6-6	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	-1210
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	-881
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	-839
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	-825
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	-884

С использованием полученных данных о напряженном и влажностном состоянии дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта в программе PLAXIS 2D далее были получены расчетные коэффициенты устойчивости дамбы.

### 7.3.2 Результаты расчетов горизонтальных перемещений и осадок дамб

Накапливаемые в ходе расчета перемещения обнулялись перед каждой фазой возведения новой очереди. Таким образом, можно оценить суммарные перемещения в процессе строительства и наполнения очереди отдельно на каждом этапе.

Картинки распределения горизонтальных перемещений в каждом расчетном сечении показаны в приложении Д:

- сечение 1-1 (Рисунок Д.1–Рисунок Д.8);
- сечение 2-2 (Рисунок Д.9–Рисунок Д.16);
- сечение 3-3 (Рисунок Д.17–Рисунок Д.21);
- сечение 4-4 (Рисунок Д.22–Рисунок Д.26);
- сечение 5-5 (Рисунок Д.27–Рисунок Д.31);
- сечение 6-6 (Рисунок Д.32–Рисунок Д.36).



Технический отчет по выполнению работы  
«Расчет устойчивости и напряженно-деформированного состояния дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта с учетом фильтрационного режима»

Картини распределения вертикальных перемещений (осадок) в каждом расчетном сечении показаны в приложении Е:

- сечение 1-1 (Рисунок Е.1–Рисунок Е.8);
- сечение 2-2 (Рисунок Е.9–Рисунок Е.16);
- сечение 3-3 (Рисунок Е.17–Рисунок Е.21);
- сечение 4-4 (Рисунок Е.22–Рисунок Е.26);
- сечение 5-5 (Рисунок Е.27–Рисунок Е.31);
- сечение 6-6 (Рисунок Е.32–Рисунок Е.36).

Значения максимальных горизонтальных и вертикальных перемещений сведены в таблицу (Таблица 7.2).

Таблица 7.2 – Максимальные расчетные значения горизонтальных ( $D_x$ ) и вертикальных ( $D_y$ ) перемещений дамб хвостохранилища

Сечение	Технологический этап	Максимальные значения перемещений	
		$D_x$ , м	$D_y$ , м
1-1	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	0,059	-0,226
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	0,064	-0,225
	Возведение 6-й очереди до отм. 463,50 м	0,079	-0,297
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	0,084	-0,296
	Возведение 7-й очереди до отм. 467,00 м	0,076	-0,249
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	0,081	-0,248
	Возведение 8-й очереди до отм. 472,00 м	0,110	-0,338
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	0,114	-0,338
2-2	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	-0,032	-0,149
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	0,024	-0,142
	Возведение 6-й очереди до отм. 463,50 м	0,036	-0,154
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	0,040	-0,152
	Возведение 7-й очереди до отм. 467,00 м	0,045	-0,155
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	0,050	-0,152
	Возведение 8-й очереди до отм. 472,00 м	0,067	-0,227
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	0,072	-0,224
3-3	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	0,012	-0,123
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	0,012	-0,118
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	0,012	-0,111

Сечение	Технологический этап	Максимальные значения перемещений	
		D <sub>x</sub> , м	D <sub>y</sub> , м
	Наполнение 7-й очереди до отс. 465,50 м	0,011	-0,100
	Наполнение 8-й очереди до отс. 470,50 м	0,008	-0,080
4-4	Возведение 5-й очереди до отс. 459,50 м	-0,024	-0,224
	Наполнение 5-й очереди до отс. 458,00 м	-0,023	-0,204
	Наполнение 6-й очереди до отс. 462,00 м	-0,023	-0,189
	Наполнение 7-й очереди до отс. 465,50 м	-0,021	-0,172
	Наполнение 8-й очереди до отс. 470,50 м	-0,019	-0,144
5-5	Возведение 5-й очереди до отс. 459,50 м	-0,013	-0,121
	Наполнение 5-й очереди до отс. 458,00 м	-0,013	-0,116
	Наполнение 6-й очереди до отс. 462,00 м	-0,012	-0,109
	Наполнение 7-й очереди до отс. 465,50 м	-0,011	-0,099
	Наполнение 8-й очереди до отс. 470,50 м	-0,007	-0,079
6-6	Возведение 5-й очереди до отс. 459,50 м	0,015	-0,131
	Наполнение 5-й очереди до отс. 458,00 м	0,015	-0,129
	Наполнение 6-й очереди до отс. 462,00 м	-0,015	-0,124
	Наполнение 7-й очереди до отс. 465,50 м	-0,023	-0,120
	Наполнение 8-й очереди до отс. 470,50 м	-0,021	-0,124

На графиках (Рисунок 7.7 – Рисунок 7.12) показаны перемещения на гребне дамб в контрольных точках (на оси каждой очереди). Расположение контрольных точек (A, B, C, D) показано на рисунках (Рисунок 7.1 – Рисунок 7.6).

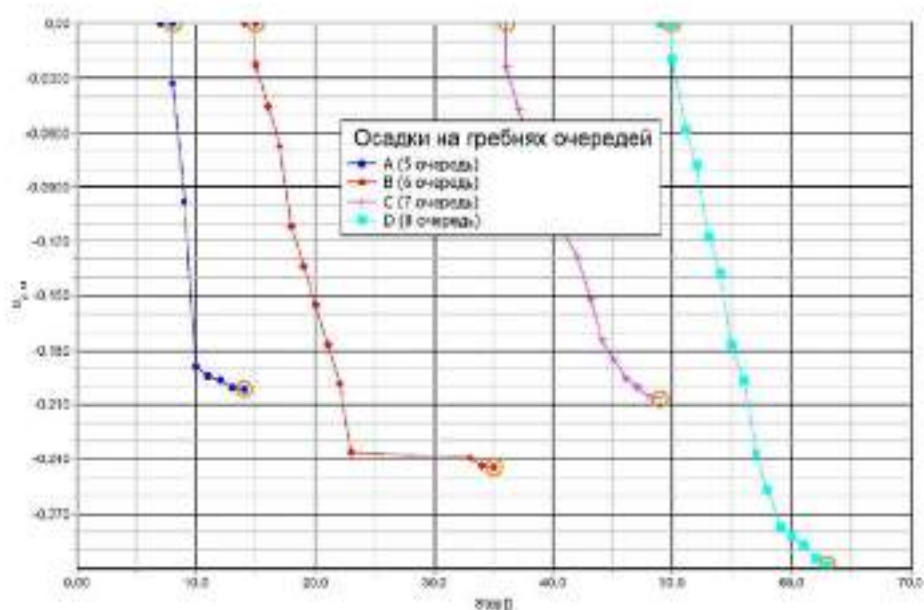


Рисунок 7.7 – График развития осадков на гребне ограждающей дамбы № 1 (сечение 1-1) в процессе строительства и эксплуатации каждой очереди

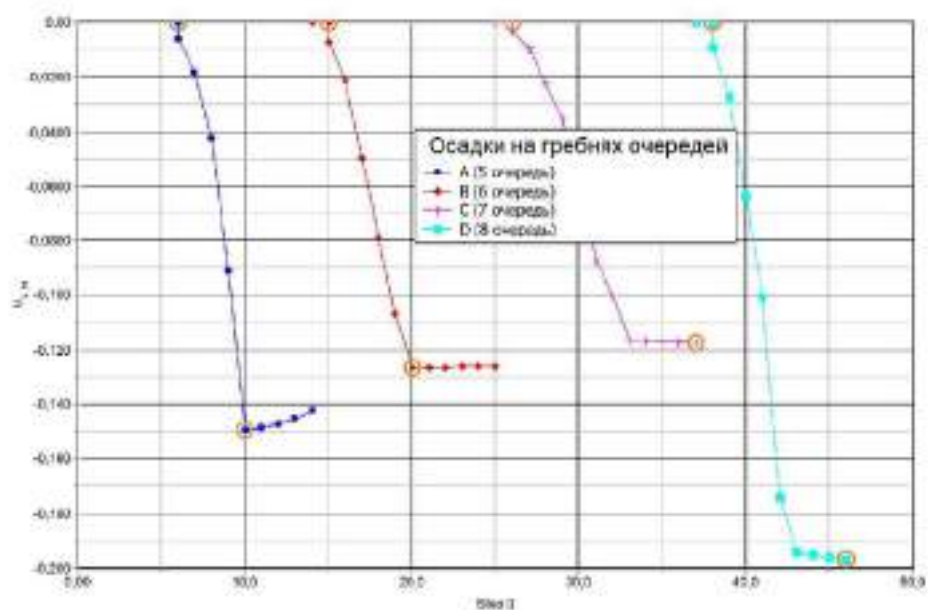


Рисунок 7.8 – График развития осадков на гребне ограждающей дамбы № 2 (сечение 2-2) в процессе строительства и эксплуатации каждой очереди



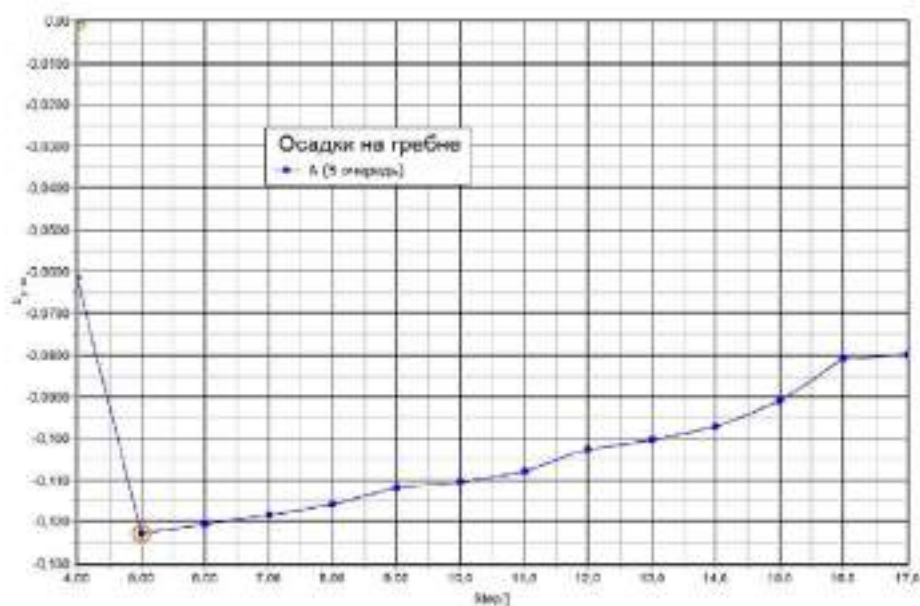


Рисунок 7.9 – График развития осадок на гребне дамбы № 5 (сечение 3-3) в процессе строительства и эксплуатации

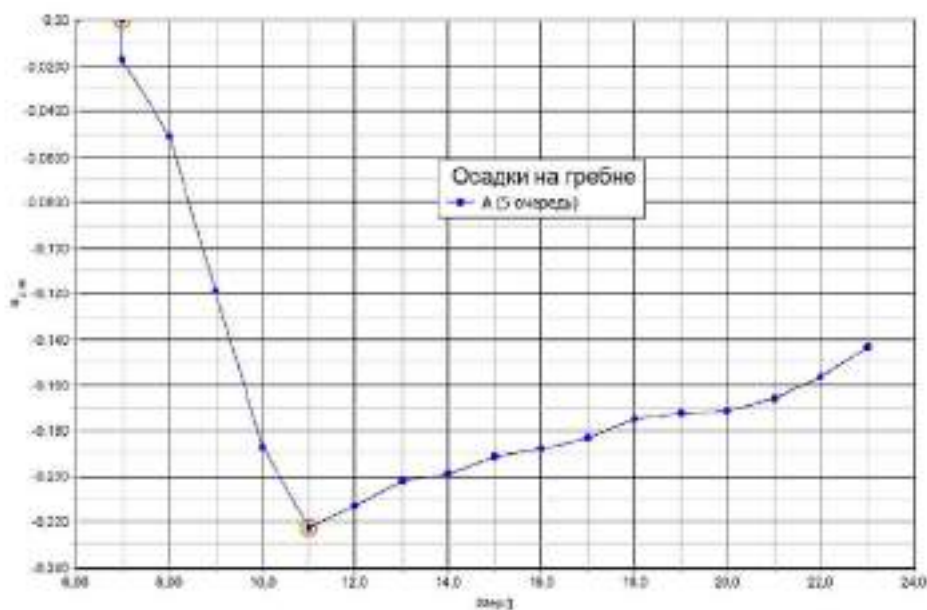


Рисунок 7.10 – График развития осадок на гребне дамбы № 5 (сечение 4-4) в процессе строительства и эксплуатации

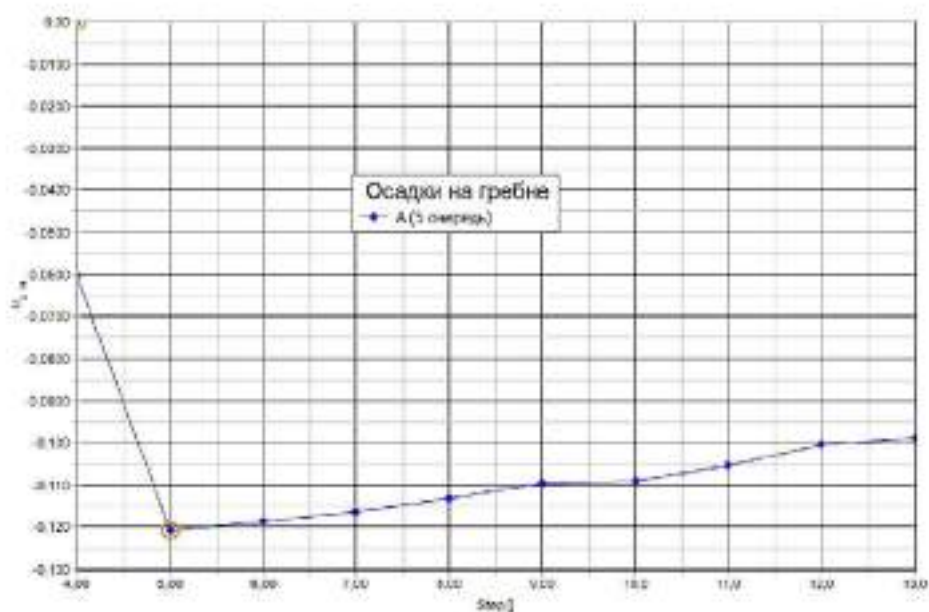


Рисунок 7.11 – График развития осадок на гребне дамбы № 6 (сечение 5-5) в процессе строительства и эксплуатации

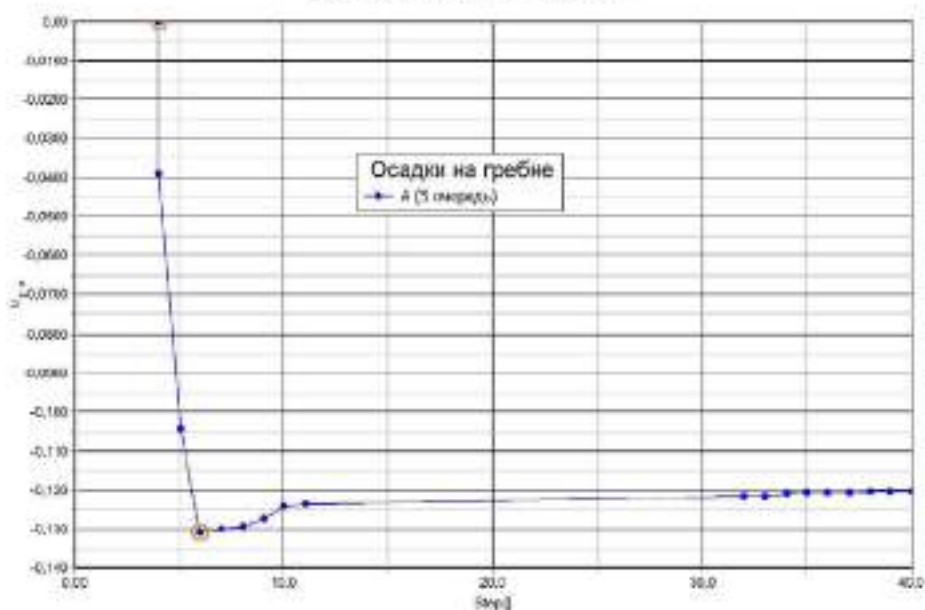


Рисунок 7.12 – График развития осадок на гребне дамбы № 7 (сечение 6-6) в процессе строительства и эксплуатации

Из графиков (Рисунок 7.7–Рисунок 7.12) видно, что максимальные осадки гребня составляют:

- для ограждающей дамбы № 1 (5-й очереди): 0,201 м;
- для ограждающей дамбы № 1 (6-й очереди): 0,245 м;
- для ограждающей дамбы № 1 (7-й очереди): 0,206 м;
- для ограждающей дамбы № 1 (8-й очереди): 0,297 м;
- для ограждающей дамбы № 2 (5-й очереди): 0,150 м;
- для ограждающей дамбы № 2 (6-й очереди): 0,126 м;
- для ограждающей дамбы № 2 (7-й очереди): 0,117 м;
- для ограждающей дамбы № 2 (8-й очереди): 0,197 м;
- для дамбы № 5 (5-й очереди): 0,222 м;
- для дамбы № 6 (5-й очереди): 0,121 м;
- для дамбы № 7 (5-й очереди): 0,131 м.

Фактическая осадка в процессе строительства и эксплуатации в том или ином сечении будет зависеть от того, насколько точно выискателем были определены прочностные и деформационные характеристики грунтов и насколько качественно будут выполнены работы.

В соответствии с требованиями СП РК 3.04-105-2014 при строительстве отметку гребня дамбы необходимо принимать с учетом строительного подъема. Величину строительного подъема для дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта рекомендуется принять по прогнозируемой максимальной величине осадки на гребне в процессе строительства и эксплуатации равной:

- для ограждающей дамбы № 1 (5-й очереди): 0,20 м;
- для ограждающей дамбы № 1 (6-й очереди): 0,25 м;
- для ограждающей дамбы № 1 (7-й очереди): 0,20 м;
- для ограждающей дамбы № 1 (8-й очереди): 0,30 м;
- для ограждающей дамбы № 2 (5-й очереди): 0,15 м;
- для ограждающей дамбы № 2 (6-й очереди): 0,15 м;
- для ограждающей дамбы № 2 (7-й очереди): 0,15 м;
- для ограждающей дамбы № 2 (8-й очереди): 0,20 м;
- для дамбы № 5 (5-й очереди): 0,25 м;
- для дамбы № 6 (5-й очереди): 0,15 м;
- для дамбы № 7 (5-й очереди): 0,15 м.

### 7.3.3 Результаты расчетов усилий в геомембране

Значения максимальных продольных усилий в геомембране в каждом расчетном сечении сведены в таблицу (Таблица 7.3).

Таблица 7.3 – Максимальные расчетные значения продольных усилий в геомембране

Сечение	Технологический этап	Максимальное продольное усилие N, кН/м	Нормативное продольное усилие, кН/м
1-1	Восведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	0,195	40
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	0,220	
	Восведение 6-й очереди до отм. 463,50 м	0,667	
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	0,589	
	Восведение 7-й очереди до отм. 467,00 м	1,085	
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	1,514	
	Восведение 8-й очереди до отм. 472,00 м	1,553	
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	2,192	
2-2	Восведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	0,160	40
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	0,350	
	Восведение 6-й очереди до отм. 463,50 м	0,432	
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	0,665	
	Восведение 7-й очереди до отм. 467,00 м	0,708	
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	1,203	
	Восведение 8-й очереди до отм. 472,00 м	1,093	
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	1,790	
3-3	Восведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	0,022	40
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	0,042	
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	0,035	
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	0,071	
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	0,153	
4-4	Восведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	0,088	40
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	0,090	
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	0,081	
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	0,080	
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	0,209	
5-5	Восведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	0,039	40

Сечение	Технологический этап	Максимальное продольное усилие N, кН/м	Нормативное продольное усилие, кН/м
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	0,057	
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	0,049	
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	0,079	
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	0,156	
6-6	Восстановление 5-й очереди до отм. 459,50 м	0,215	40
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	0,181	
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	0,166	
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	0,308	
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	0,423	

Согласно таблице (Таблица 7.3) продольные усилия в геомембране достигают 2,192 кН/м в сечении 1-1 (Рисунок 7.13), 1,790 кН/м в сечении 2-2 (Рисунок 7.14) и 0,153 кН/м в сечении 3-3 (Рисунок 7.15), 0,209 кН/м в сечении 4-4 (Рисунок 7.16), 0,156 кН/м в сечении 5-5 (Рисунок 7.17) и 0,423 кН/м в сечении 6-6 (Рисунок 7.18).

Максимальные расчетные продольные усилия в геомембране не превышают нормативные, принятые по ГОСТ Р 56586-2015 как предел прочности при разрыве.

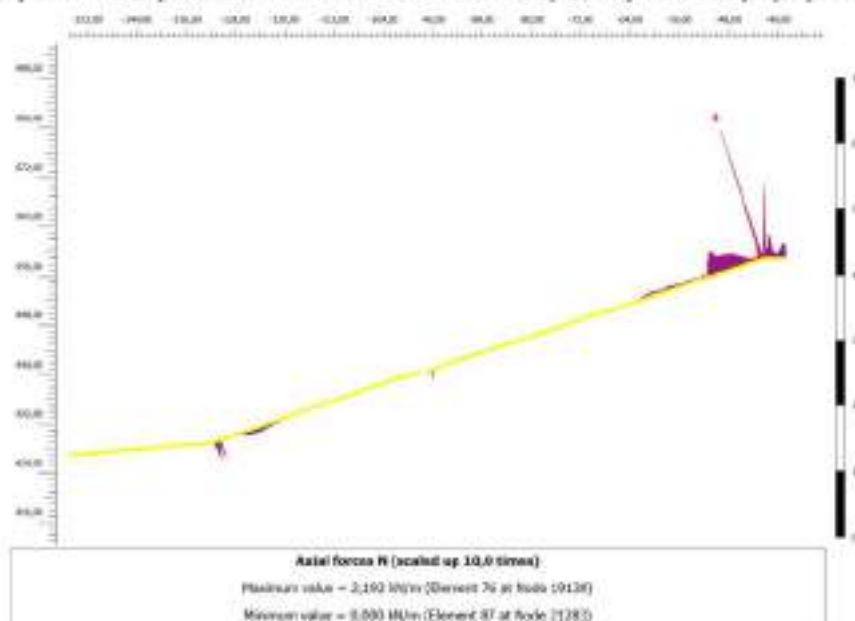


Рисунок 7.13 – Максимальное продольное усилие в геомембране ограждающей дамбы № 1 (сечение 1-1) после наполнения 8-й очереди



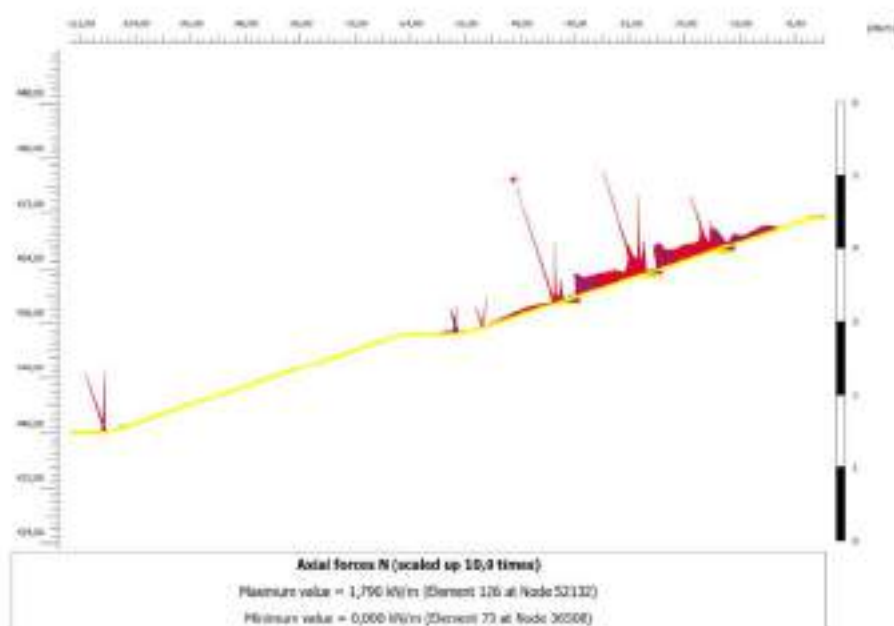


Рисунок 7.14 – Максимальное продольное усилие в геомембране отражающей дамбы № 2 (сечение 2-2) после наполнения 8-й очереди

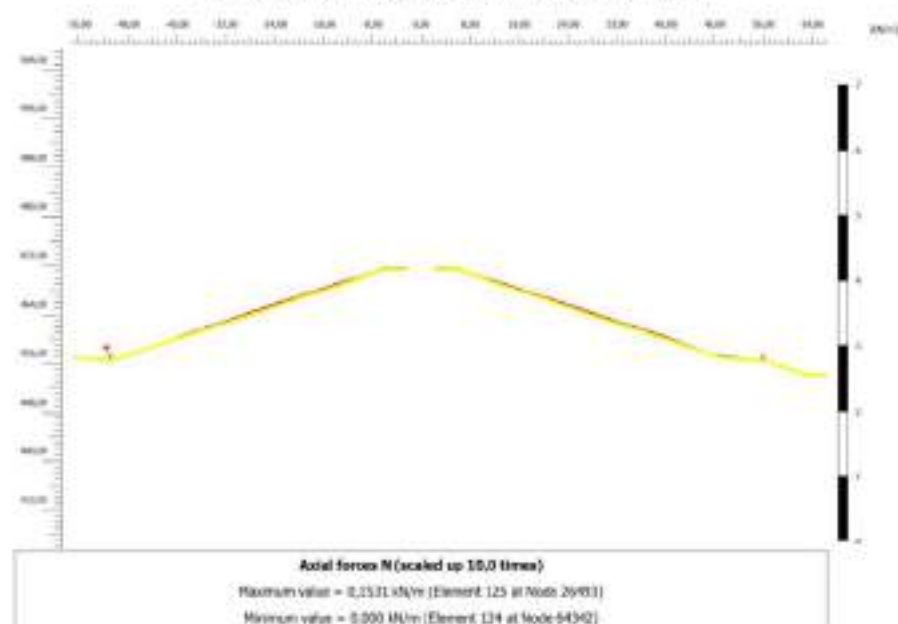


Рисунок 7.15 – Максимальное продольное усилие в геомембране дамбы № 3 (сечение 3-3) после наполнения 8-й очереди

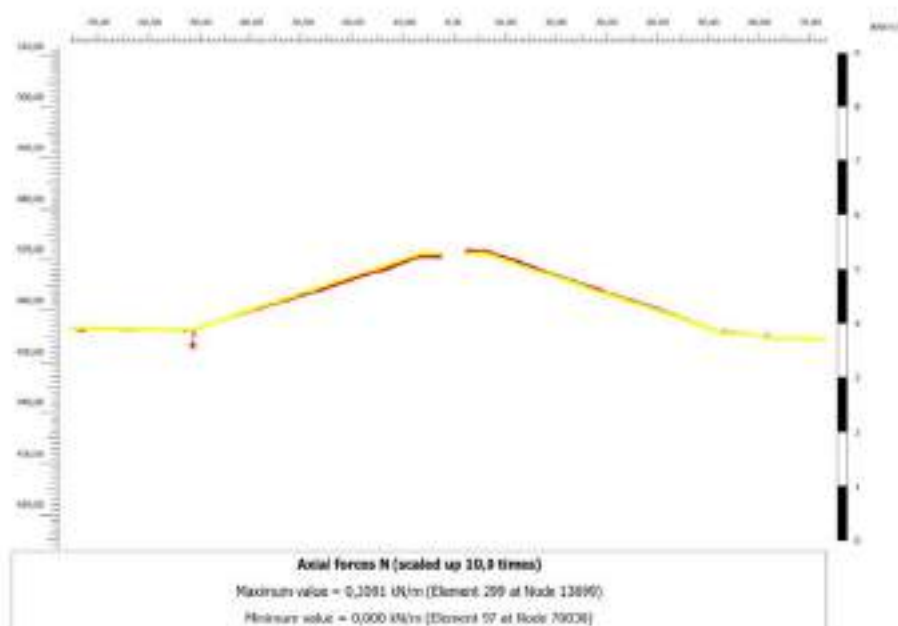


Рисунок 7.16 – Максимальное продольное усилие в геомембране дамбы № 5 (сечение 4-4) после наполнения 8-й очереди

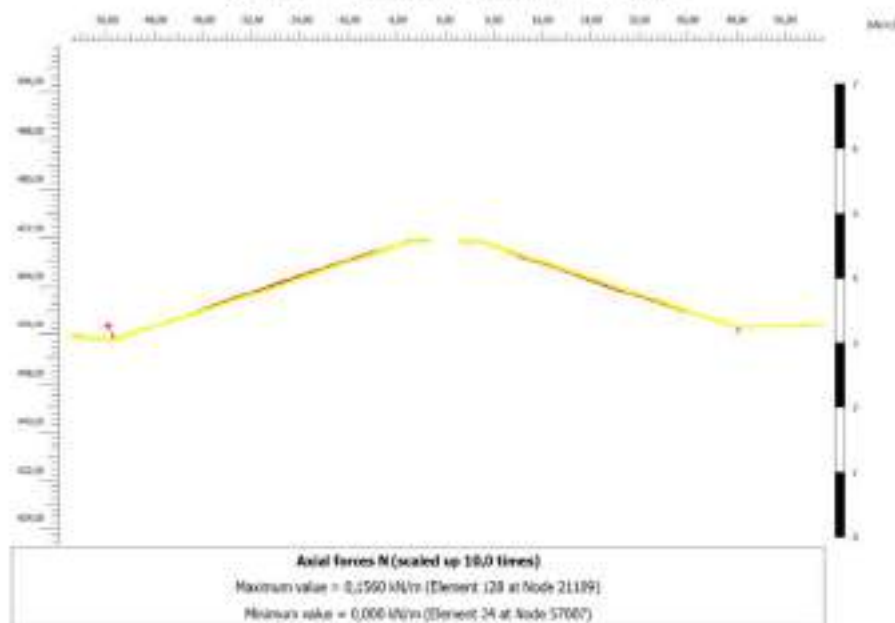


Рисунок 7.17 – Максимальное продольное усилие в геомембране дамбы № 6 (сечение 5-5) после наполнения 8-й очереди

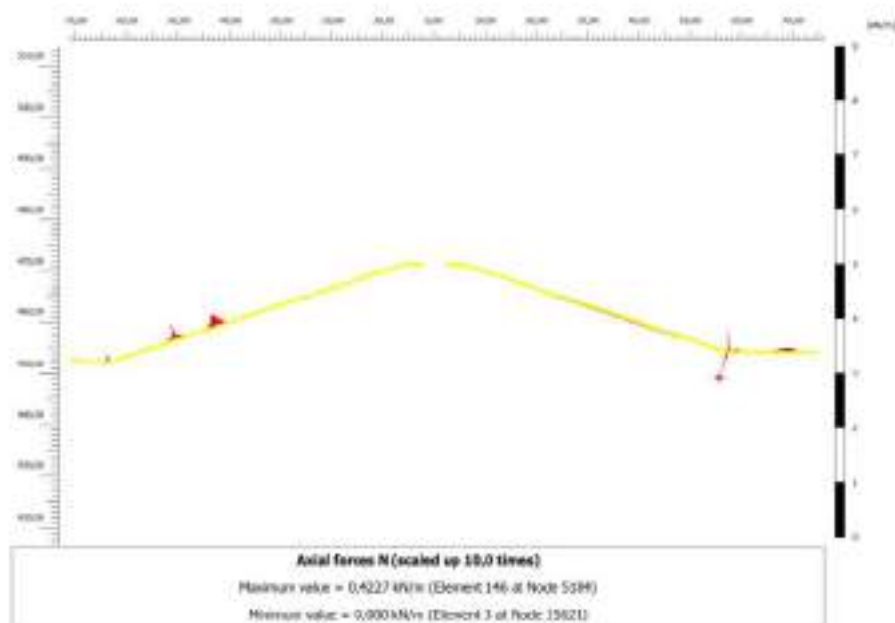


Рисунок 7.18 – Максимальное продольное усилие в геомембране дамбы № 7 (сечение 6-6) после наполнения 8-й очереди

## 8 Расчеты устойчивости дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2

### 8.1 Цель расчета устойчивости дамб

Расчеты статической и сейсмической устойчивости дамб хвостохранилища сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 были проведены с целью определения коэффициентов местной и общей устойчивости их откосов под действием статических и сейсмических нагрузок и их сравнения с требуемыми значениями для гидротехнического сооружения I класса.

При расчетах гидротехнических сооружений, их конструкций и оснований надлежит соблюдать следующее условие, обеспечивающее недопущение наступления предельных состояний согласно СП РК 3.04-105-2014 и СП РК 3.04-103-2014:

$$\gamma_{lc} F \leq \frac{\gamma_s}{\gamma_n} R, \quad (8.1)$$

где  $F$  – расчетное значение обобщенного силового воздействия, по которому производится оценка предельного состояния;

$R$  – расчетное значение сил предельного сопротивления сдвигу по рассматриваемой поверхности;

$\gamma_s$  – коэффициент условий работы;

$\gamma_{lc}$  – коэффициент сочетания нагрузок;

$\gamma_n$  – коэффициент надежности по ответственности сооружения.

При поиске опасной поверхности сдвига для коэффициента устойчивости  $k_s$  используется условие:

$$k_s = \frac{R}{F} \geq k_{s,n} = \frac{\gamma_s \gamma_{lc}}{\gamma_n}, \quad (8.2)$$

где  $k_s$  – расчетный коэффициент устойчивости;

$k_{s,n}$  – нормативный коэффициент устойчивости.

Устойчивость сооружения считается обеспеченной, если выполнено условие (8.1) или (8.2).

Значение коэффициента условий работы  $\gamma_s$  принято согласно СП РК 3.04-105-2014 равным 1,00, поскольку использованный метод расчета устойчивости учитывает напряженно-деформированное состояние.

Расчеты проводились по первой группе предельных состояний, при этом согласно СП РК 3.04-101-2013 значения коэффициента сочетания нагрузок  $\gamma_{lc}$  были приняты:

- для основного сочетания нагрузок и воздействий в период нормальной эксплуатации: 1,00;
- для основного сочетания нагрузок и воздействий для периода строительства и ремонта: 0,95;
- при особой нагрузке, в том числе сейсмической на уровне проектного землетрясения годовой вероятностью 0,01 и менее: 0,95.

Значение коэффициента надежности по ответственности сооружения  $\gamma_n$  принято согласно СП РК 3.04-105-2014 для гидротехнических сооружений I класса равным 1,250.

Рассмотрены следующие расчетные случаи:

- первый (основной): отметка УВБ соответствует минимальной на рассматриваемом этапе эксплуатации (очередь возведена и не заполнена);
- второй (основной): отметка УВБ соответствует максимальной на рассматриваемом этапе эксплуатации (очередь возведена и заполнена);
- третий (особый): отметка УВБ соответствует максимальной на рассматриваемом этапе эксплуатации (очередь возведена и заполнена); нарушена сплошность геомембраны; поскольку кривая депрессии для 2-го и 3-го расчетных случаев имеет схожий вид, отдельный расчет устойчивости для случая разрыва геомембраны не производился;
- четвертый (особый): сейсмическое воздействие интенсивностью в 7 баллов.

Для гидротехнических сооружений I класса значение коэффициента устойчивости  $k_x$  не должно быть меньше 1,250 для основного сочетания нагрузок в период нормальной эксплуатации, не меньше 1,190 для основного сочетания нагрузок в строительный период и для особого сочетания нагрузок.

## 8.2 Методика расчета статической устойчивости дамб

В программе PLAXIS 2D для расчета устойчивости откосов используется метод снижения прочности, который заключается в пропорциональном снижении прочностных характеристик всех грунтов рассчитываемого сооружения и его основания:

$$K = \frac{\lg \varphi_{исх}}{\lg \varphi_c} = \frac{c_{исх}}{c_c}, \quad (8.3)$$

где  $\lg \varphi_{исх}$ ,  $\lg \varphi_c$  – значение коэффициента внутреннего трения соответственно исходное и в момент обрушения откоса;

$c_{исх}$ ,  $c_c$  – значение удельного сцепления соответственно исходное и в момент обрушения откоса.

Отношение  $K$ , при котором происходит обрушение откоса, принимается за коэффициент его устойчивости. Недостатком данного метода является невозможность выполнения расчета устойчивости для заданных заранее поверхностей обрушения. При этом возможно получить результат только для наиболее слабого элемента сооружения.

## 8.3 Методика расчета сейсмической устойчивости дамб

Оценка надежности сооружений с учётом сейсмического воздействия осуществлялась в программе PLAXIS 2D с помощью псевдостатического анализа.

При проведении силового псевдостатического анализа эффекты динамического нагружения, вызванного землетрясением, представляются эквивалентными инерционными силами, которые аппроксимируются как постоянные силы, величины которых пропорциональны горизонтальным и/или вертикальным ускорениям,



создаваемым динамическим нагружением. В МКЭ расчете эти силы прикладываются ко всем элементам схемы.

Расчетное сейсмическое воздействие определяется с использованием метода расчета ГТС по статической теории (СТ). По СТ сейсмическая сила  $P_k$  для элемента  $k$  конструкции определяется по формуле (СП 358.132.5800.2017):

$$\vec{P}_k = k_f m_k \vec{U}_0, \quad (8.4)$$

где  $k_f = 0,30$  для ГТС из грунтовых материалов;

$m_k$  – масса элемента конструкции;

$\vec{U}_0$  – сейсмическое ускорение основания.

Сейсмическое ускорение основания  $\vec{U}_0$  является постоянной по времени векторной величиной, модуль которой принимается равным значению максимального пикового ускорения  $a_p$  (для принятой расчетной сейсмичности площадки, равной 7 баллов, согласно приложению Б СП РК 2.03-30-2017  $a_p = 0,085g$ ).

Таким образом, коэффициент для определения ускорения по оси  $X$  в  $P_{\text{axis}}$  при псевдостатическом анализе составляет  $0,3 \cdot 0,085g = 0,0255g$  с соответствующим знаком в зависимости от стороны приложения нагрузки.

После определения напряженно-деформированного состояния тела дамбы и ее основания под действием сейсмической нагрузки был выполнен расчет устойчивости откосов методом снижения прочности (п. 8.2).

#### 8.4 Результаты расчета общей статической устойчивости дамб

Расчеты статической устойчивости дамб проведены с учетом их влажностного состояния, полученного по результатам фильтрационных расчетов.

Положение наиболее опасных поверхностей обрушения откосов дамб для 1-го и 2-го основных расчетных случаев представлено в приложении Ж для каждого сечения:

- сечение 1-1 (Рисунок Ж.1–Рисунок Ж.8);
- сечение 2-2 (Рисунок Ж.9–Рисунок Ж.16);
- сечение 3-3 (Рисунок Ж.17–Рисунок Ж.21);
- сечение 4-4 (Рисунок Ж.22–Рисунок Ж.26);
- сечение 5-5 (Рисунок Ж.27–Рисунок Ж.31);
- сечение 6-6 (Рисунок Ж.32–Рисунок Ж.37).

Полученные для 1-го и 2-го основных расчетных случаев коэффициенты устойчивости сведены в таблицу (Таблица 8.1).

Таблица 8.1 – Результаты расчетов общей статической устойчивости откосов дамб для первого и второго основных расчетных случаев

Сечение	Технологический этап	Откос	Куст.	Кварт.
1-1	Возведение 5-й очереди до отв. 459,50 м	Низовой	2,278	1,250
	Наполнение 5-й очереди до отв. 458,00 м	Низовой	2,274	

Сечение	Технологический этап	Откос	К <sub>рас.</sub>	К <sub>напв.</sub>
	Возведение 6-й очереди до отм. 463,50 м	Низовой	1,713	
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	Низовой	1,704	
	Возведение 7-й очереди до отм. 467,00 м	Низовой	1,905	
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	Низовой	1,907	
	Возведение 8-й очереди до отм. 472,00 м	Низовой	2,159	
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	Низовой	2,159	
2-2	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	Низовой	2,068	1,250
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	Низовой	2,069	
	Возведение 6-й очереди до отм. 463,50 м	Низовой	1,996	
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	Низовой	2,011	
	Возведение 7-й очереди до отм. 467,00 м	Низовой	2,091	
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	Низовой	2,088	
	Возведение 8-й очереди до отм. 472,00 м	Низовой	2,062	
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	Низовой	2,025	
3-3	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	XX известок сульфидной флотации	2,459	1,250
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	XX известок сульфидной флотации	2,312	
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	–	2,860	
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	–	3,068	
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	–	4,938	
4-4	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	XX известок сульфидной флотации	2,446	1,250
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	XX известок сульфидной флотации	2,227	
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	–	2,855	
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	–	3,105	
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	–	4,998	
5-5	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	Склад углеродного продукта № 2 (с/вет)	2,833	1,250
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	Склад углеродного	2,728	

Сечение	Технологический этап	Откос	К <sub>уст.</sub>	К <sub>капр.</sub>
		продукта № 2 (слева)		
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	–	2,850	
	Наполнение 7-й очереди до отм. 463,50 м	–	3,148	
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	–	4,942	
6-6	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	XX хвостов сульфидной флотации	2,791	1,250
	Наполнение аккумулярующей емкости до отм. 466,50 м	XX хвостов сульфидной флотации	2,789	
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	XX хвостов сульфидной флотации	3,000	
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	Аккумулярующая емкость	2,664	
	Наполнение 7-й очереди до отм. 463,50 м	Аккумулярующая емкость	2,465	
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	Аккумулярующая емкость	2,781	

Как видно из таблицы (Таблица 8.1), расчетные значения коэффициентов статической устойчивости откосов дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта отвечают требованиям, предъявляемым нормативными документами к сооружениям I класса.

#### 8.5 Результаты расчета общей сейсмической устойчивости дамб

Положение наиболее опасных поверхностей обрушения откосов дамб при воздействии сейсмической нагрузки представлено в приложении И:

- сечение 1-1 (Рисунок И.1–Рисунок И.8);
- сечение 2-2 (Рисунок И.9–Рисунок И.16);
- сечение 3-3 (Рисунок И.17–Рисунок И.21);
- сечение 4-4 (Рисунок И.22–Рисунок И.26);
- сечение 5-5 (Рисунок И.27–Рисунок И.31);
- сечение 6-6 (Рисунок И.32–Рисунок И.37).

Полученные для 4-го особого расчетного случая коэффициенты устойчивости сведены в таблицу (Таблица 8.2).

Таблица 8.2 – Результаты расчетов общей сейсмической устойчивости откосов дамб для четвертого особого расчетного случая

Сечение	Технологический этап	Откос	К <sub>уст.</sub>	К <sub>капр.</sub>
1-1	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	Низовой	2,077	1,190
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	Низовой	2,082	

Сечение	Технологический этап	Откос	К <sub>рас</sub>	К <sub>крас</sub>
	Возведение 6-й очереди до отм. 463,50 м	Низовой	1,548	
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	Низовой	1,551	
	Возведение 7-й очереди до отм. 467,00 м	Низовой	1,728	
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	Низовой	1,723	
	Возведение 8-й очереди до отм. 472,00 м	Низовой	1,969	
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	Низовой	1,958	
2-2	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	Низовой	1,898	1,190
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	Низовой	1,894	
	Возведение 6-й очереди до отм. 463,50 м	Низовой	1,826	
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	Низовой	1,828	
	Возведение 7-й очереди до отм. 467,00 м	Низовой	1,924	
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	Низовой	1,924	
	Возведение 8-й очереди до отм. 472,00 м	Низовой	1,864	
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	Низовой	1,844	
3-3	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	Склад углеродного продукта № 2	2,577	1,190
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	XX экстен сульфидной флотации	2,002	
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	XX экстен сульфидной флотации	2,604	
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	XX экстен сульфидной флотации	2,838	
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	XX экстен сульфидной флотации	4,446	
4-4	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	Склад углеродного продукта № 2	2,560	1,190
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	XX экстен сульфидной флотации	2,003	
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	XX экстен сульфидной флотации	2,592	
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	XX экстен сульфидной флотации	2,837	
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	XX экстен сульфидной флотации	4,502	



Сечение	Технологический этап	Откос	К <sub>уст.</sub>	К <sub>к<sub>орп.</sub></sub>
5-5	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	Склад углеродного продукта № 2 (олева)	2,543	1,190
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	Склад углеродного продукта № 2 (справа)	2,513	
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	Склад углеродного продукта № 2 (справа)	2,600	
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	Склад углеродного продукта № 2 (справа)	2,861	
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	Склад углеродного продукта № 2 (справа)	4,440	
6-6	Возведение 5-й очереди до отм. 459,50 м	XX хвостов сульфидной флотации	2,522	1,190
	Наполнение вакуумирующей емкости до отм. 466,50 м	XX хвостов сульфидной флотации	2,530	
	Наполнение 5-й очереди до отм. 458,00 м	Аккумулирующая емкость	2,588	
	Наполнение 6-й очереди до отм. 462,00 м	Аккумулирующая емкость	2,419	
	Наполнение 7-й очереди до отм. 465,50 м	Аккумулирующая емкость	2,446	
	Наполнение 8-й очереди до отм. 470,50 м	Аккумулирующая емкость	2,514	

Как видно из таблицы (Таблица 8.2), расчетные значения коэффициентов сейсмической устойчивости откосов дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта отвечают требованиям, предъявляемым нормативными документами к сооружениям I класса.

#### 8.6 Результаты расчета местной статической и сейсмической устойчивости противофильтрационного элемента (экрана)

Расчеты устойчивости защитного слоя противофильтрационного элемента на верхнем откосе дамб были проведены методом конечных элементов.

Для расчетов были выбраны следующие участки:

- с наибольшей высотой откоса как наиболее опасный – откос дамбы № 5 в сечении 4-4 (высота 15,1 м);
- с наименьшей высотой откоса – откос 7-й очереди ограждающей дамбы № 1 в сечении 1-1 (высота 3,5 м).

Положение наиболее опасных поверхностей обрушения экрана на откосах дамб представлено на рисунках (Рисунок 8.5–Рисунок 8.6).



Технический отчет по выполненной работе  
«Расчет устойчивости и напряженно-деформированного состояния дамб хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта с учетом фильтрационного режима»



Для расчета был выбран минимальный угол трения на контакте материалов, входящих в состав противофильтрационного экрана:

- геотекстиль – текстурированная геомембрана:  $29^\circ$ ;
- гладкая геомембрана – суглинок:  $11^\circ$ .

При расчете методом конечных элементов (в программном комплексе Plaxis) геомембрана моделировалась с помощью элемента «geogrid», а граница геомембрана – суглинок – с помощью интерфейсов с углом трения равным минимальному на контакте материалов и сцеплением равным 0,01 (т. к. нулевое сцепление не позволяет задать программа).

Результаты конечно-элементного расчета сведены в таблицу (Таблица 8.3).

Поскольку расчеты согласно проектному решению показали нарушение устойчивости защитного слоя откоса, был выполнен дополнительный итерационный расчет с подбором минимального угла трения, обеспечивающего как статическую, так и сейсмическую устойчивость защитного слоя. Подобранный минимальный угол трения на контакте материалов противофильтрационного экрана равен  $22^\circ$ , что означает необходимость замены геомембраны на текстурированную с двух сторон.

Таблица 8.3 – Результаты расчетов статической и сейсмической устойчивости экрана откосов дамб

Сечение	Максимальная высота откоса, м	Технологический этап	$K_{ст.$	$K_{сеп.$	$K_{сеп.}$ (сейсм. 7 баллов)	$K_{сеп.}$ (сейсм.)
1-1	3,5	Возведение 7-й очереди до отс. 465,50 м (при укладке геомембраны гладкой стороной на подстилающий слой из суглинка)	1,236	1,290	1,130	1,190
		Возведение 7-й очереди до отс. 465,50 м (при укладке текстурированной с двух сторон геомембраны)	1,810		1,639	
4-4	15,1	Возведение 5-й очереди до отс. 459,50 м (при укладке геомембраны гладкой стороной на подстилающий слой из суглинка)	<1	1,250	<1	1,190
		Возведение 5-й очереди до отс. 459,50 м (при укладке текстурированной с двух сторон геомембраны)	1,314		1,183	

Расчетные значения коэффициентов устойчивости экрана на верхнем откосе дамб не отвечают требованиям, предъявляемым нормативными документами к сооружениям I класса при укладке на верхний откос текстурированной с одной стороны геомембраны (гладкой стороной вниз).

Необходим подбор материалов, обеспечивающий минимальный угол трения на границе слоев не менее  $22^\circ$  (т. е. укладка на откосы текстурированной с двух сторон геомембраны). Эти характеристики должны быть подтверждены испытаниями.

Расчетные значения коэффициентов устойчивости экрана на верхнем откосе дамб отвечают требованиям, предъявляемым нормативными документами к сооружениям I класса при укладке на верхний откос текстурированной с двух сторон геомембраны.

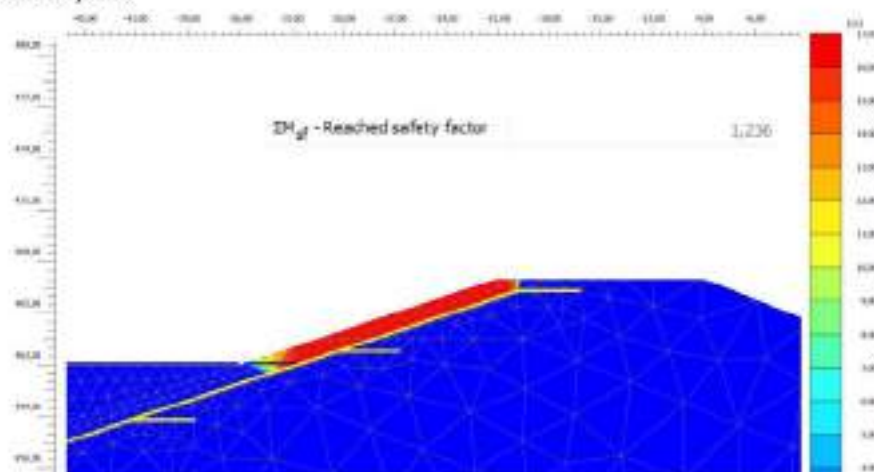


Рисунок 8.1 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения защитного слоя на верхнем откосе 7-й очереди ограждающей дамбы № 1 (сечение 1-1) при укладке текстурированной с одной стороны геомембраны

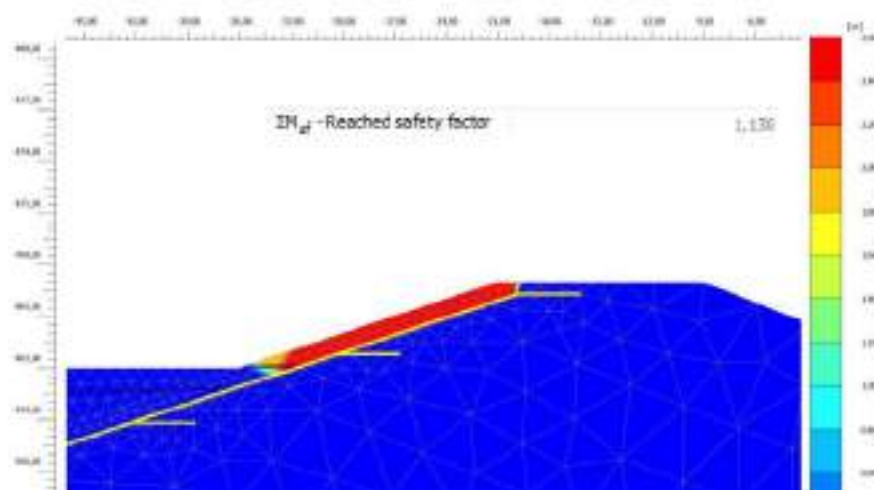


Рисунок 8.2 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения защитного слоя на верхнем откосе 7-й очереди ограждающей дамбы № 1 с учетом сейсмической нагрузки (сечение 1-1) при укладке текстурированной с одной стороны геомембраны

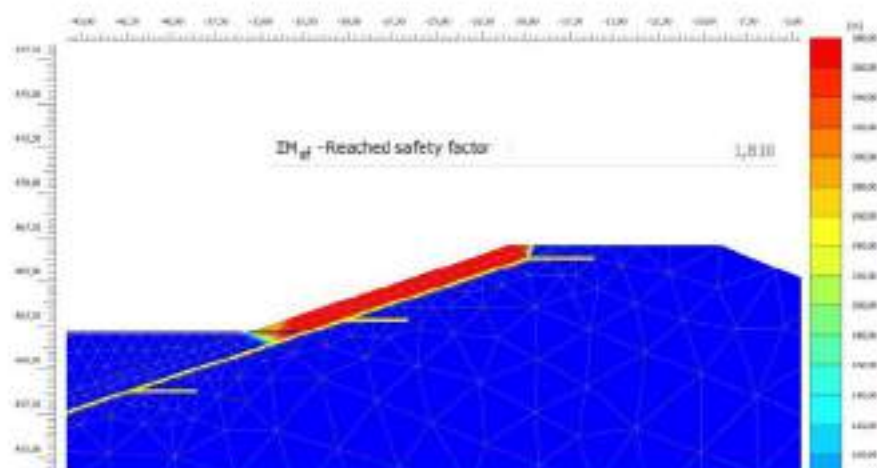


Рисунок 8.3 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения защитного слоя на верхнем откосе 7-й очереди ограждающей дамбы № 1 (сечение 1-1) при укладке текстурированной с двух сторон геомембраны

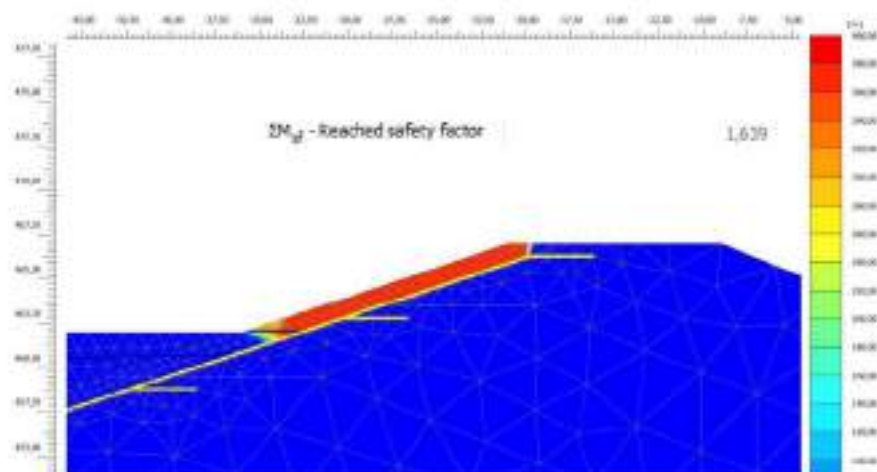


Рисунок 8.4 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения защитного слоя на верхнем откосе 7-й очереди ограждающей дамбы № 1 с учетом сейсмической нагрузки (сечение 1-1) при укладке текстурированной с двух сторон геомембраны

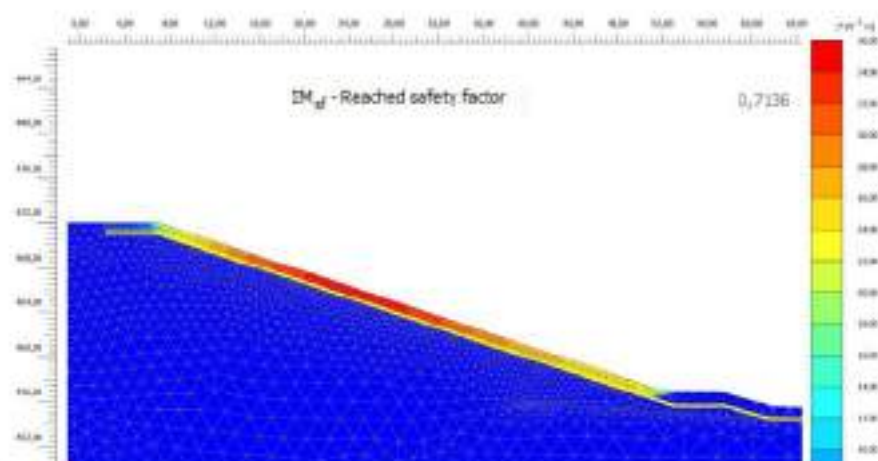


Рисунок 8.5 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения защитного слоя на верхнем откосе дамбы № 5 (сечение 4-4) при укладке текстурированной с одной стороны геомембраны

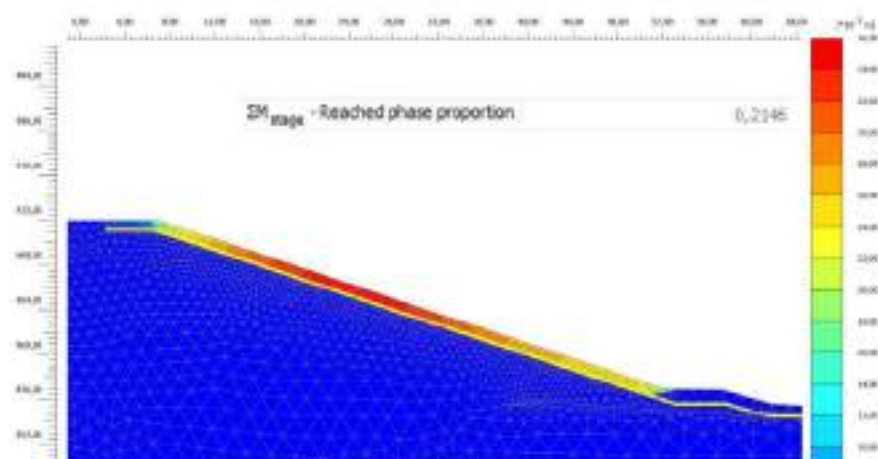


Рисунок 8.6 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения защитного слоя на верхнем откосе дамбы № 5 с учетом сейсмической нагрузки (сечение 4-4) при укладке текстурированной с одной стороны геомембраны



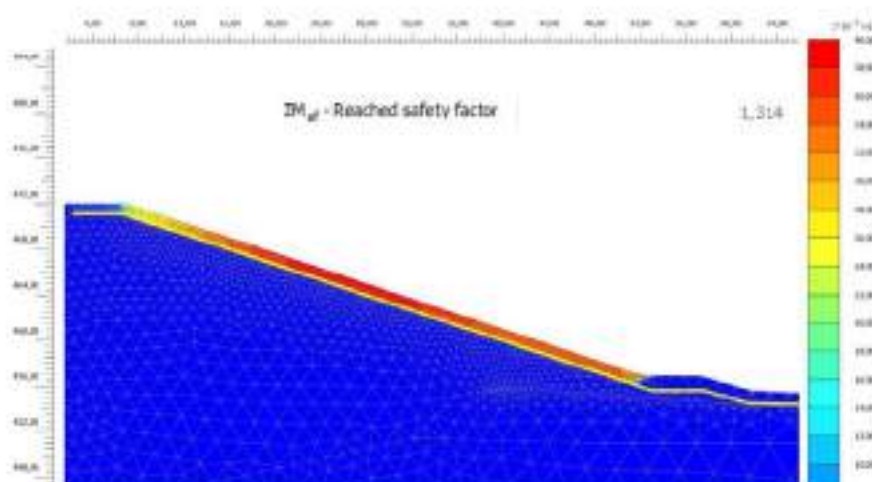


Рисунок 8.7 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения защитного слоя на верхнем откосе дамбы № 5 (сечение 4-4) при укладке текстурированной с двух сторон геомембраны

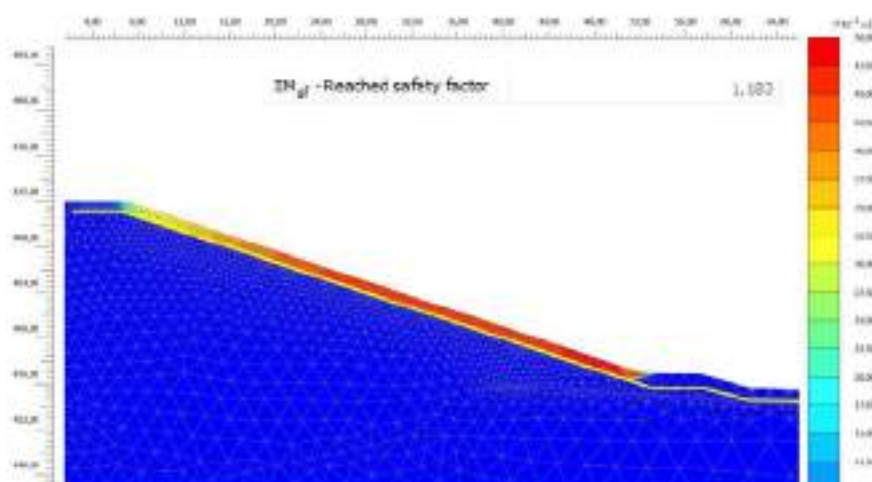


Рисунок 8.8 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения защитного слоя на верхнем откосе дамбы № 5 с учетом сейсмической нагрузки (сечение 4-4) при укладке текстурированной с двух сторон геомембраны

Устойчивость экрана на верхнем откосе по геомембране зависит от физико-механических характеристик грунтовых строительных материалов и качества строительства.

Перед устройством защитных и подстилающих слоев грунтовые строительные материалы должны быть исследованы как в натурных условиях, так и лабораторными методами.



## 9 Заключение и рекомендации

Результаты проведенных расчетов фильтрации, напряженно-деформированного состояния и устойчивости откосов дамб хвостохранилища сульфидной флотации и склада углеродного продукта позволили сделать следующие выводы:

1) статическая устойчивость откосов дамб соответствует требованиям СП РК 3.04-101-2013, предъявляемым к сооружениям I класса на этапах строительства и эксплуатации:

- минимальные расчетные значения коэффициентов статической устойчивости откосов в различных сечениях для 1-го и 2-го основных расчетных случаев составляют от 1,704 до 2,728, что превышает нормативное значение 1,250;

- минимальные расчетные значения коэффициентов сейсмической устойчивости откосов в различных сечениях для 4-го особого расчетного случая составляют от 1,548 до 2,513, что превышает нормативное значение 1,190;

2) расчетные значения коэффициентов устойчивости экрана на верховом откосе дамб не отвечают требованиям, предъявляемым нормативными документами к сооружениям I класса при укладке на верховой откос текстурированной с одной стороны геомембраны (гладкой стороной вниз).

Расчетные значения коэффициентов устойчивости экрана на верховом откосе дамб отвечают требованиям, предъявляемым нормативными документами к сооружениям I класса при укладке на верховой откос текстурированной с двух сторон геомембраны;

3) в результате расчета напряженно-деформированного состояния дамб были определены поля эффективных напряжений, а также вертикальные и горизонтальные перемещения.

Из графиков (Рисунок 7.7–Рисунок 7.12) видно, что максимальные осадки требоя составляют:

- для ограждающей дамбы № 1 (5-й очереди): 0,201 м;
- для ограждающей дамбы № 1 (6-й очереди): 0,245 м;
- для ограждающей дамбы № 1 (7-й очереди): 0,206 м;
- для ограждающей дамбы № 1 (8-й очереди): 0,297 м;
- для ограждающей дамбы № 2 (5-й очереди): 0,150 м;
- для ограждающей дамбы № 2 (6-й очереди): 0,126 м;
- для ограждающей дамбы № 2 (7-й очереди): 0,117 м;
- для ограждающей дамбы № 2 (8-й очереди): 0,197 м;
- для дамбы № 5 (5-й очереди): 0,222 м;
- для дамбы № 6 (5-й очереди): 0,121 м;
- для дамбы № 7 (5-й очереди): 0,131 м.

Фактическая осадка в процессе рекультивации в том или ином сечении будет зависеть от того, насколько точно изыскателем были определены прочностные и

деформационные характеристики грунтов и на сколько качественно будут выполнены работы;

4) расчетные продольные усилия, возникающие в геомембране (Таблица 7.3), не превышают нормативные по ГОСТ Р 56586-2015.

С учетом вышесказанных выводов, можно дать следующие рекомендации по обеспечению безопасного строительства и эксплуатации хвостохранилища хвостов сульфидной флотации и склада углеродного продукта:

1) величину строительного подъема для дамб рекомендуется принять по прогнозируемой максимальной величине осадки на гребне в процессе строительства и эксплуатации равной:

- для отражающей дамбы № 1 (5-й очереди): 0,20 м;
- для отражающей дамбы № 1 (6-й очереди): 0,25 м;
- для отражающей дамбы № 1 (7-й очереди): 0,20 м;
- для отражающей дамбы № 1 (8-й очереди): 0,30 м;
- для отражающей дамбы № 2 (5-й очереди): 0,15 м;
- для отражающей дамбы № 2 (6-й очереди): 0,15 м;
- для отражающей дамбы № 2 (7-й очереди): 0,15 м;
- для отражающей дамбы № 2 (8-й очереди): 0,20 м;
- для дамбы № 5 (5-й очереди): 0,25 м;
- для дамбы № 6 (5-й очереди): 0,15 м;
- для дамбы № 7 (5-й очереди): 0,15 м;

2) при устройстве защитных слоев необходим подбор материалов, обеспечивающий минимальный угол трения на границе слоев не менее  $22^\circ$ . Это означает, что гладкая с одной стороны геомембрана не подходит для устройства защитных слоев на откосах дамб, требуется замена на текстурированную с двух сторон геомембрану. Характеристики трения должны быть подтверждены испытаниями.

## 10 Ссылочные нормативные документы

Обозначение и наименование документа, на который дана ссылка	Номер раздела, приложения документа, в котором дана ссылка
СП РК 3.04-01-2018 Гидротехнические сооружения	Раздел 1
СП РК 3.04-101-2013 Гидротехнические сооружения	Раздел 2
Приказ Министра национальной экономики Республики Казахстан от 28 февраля 2015 года № 165 «Правила определения общего порядка отнесения зданий и сооружений к техническим и (или) технологически сложным объектам»	Раздел 2
СП РК 2.04-01-2017 Строительная климатология	Раздел 3
ГОСТ 16350-80 Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для тепловых целей	Раздел 3
НТП РК 01-01-3.1 Нагрузки и воздействия на здания. Часть 1-3. Снеговые нагрузки	Раздел 3
ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация	Раздел 4
СП РК 2.03-30-2017 Строительство в сейсмических зонах	Раздел 4
СП РК 3.04-105-2014 Плотины из грунтовых материалов	Раздел 6, 7, 8
ГОСТ Р 56586-2015 Геомембраны гидрополиэтиленовые полиэтиленовые рудонные. Технические условия	Раздел 8
СП РК 3.04-103-2014 Основания гидротехнических сооружений	Раздел 8
СП РК 5.01-102-2013 Основания зданий и сооружений	Приложение А

#### Список использованных источников

1. Проектная документация «Хвостохранилище для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики Бакырчикского ГОКа», шифр 34 02 07 072 00, ТОО «Казахстанский Проектно-Инжиниринговый Центр «Литера 3», 2016 г.
2. Проектная документация «Реконструкция хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие», шифр 34 02 13 072 00, АО «Полиметалл Инжиниринг», 2023 г.
3. Отчет по инженерно-гидрометеорологическим изысканиям для ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие», выполненный ТОО «КИРГ» в 2023 г.
4. Технический отчет по инженерно-геологическим изысканиям для ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие», выполненный ТОО «КИРГ» в 2023 г.
5. Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий и разведки грунтовых строительных материалов для строительства хвостохранилища, выполненный ТОО «КИРГ» в 2023 г.
6. Проектная документация «Корректировка проекта «Золоторудное месторождение «Бакырчик». Хвостохранилище для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие», шифр 34 02 07 072 00, ТОО «Георесурс Инжиниринг», 2022 г.
7. Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации «ООО «Ресурсы Аджарии». Хвостохранилище № 1», 3733/3-ИГИ.1. АО «СевКавТИСИЗ», 2021 г.



**Приложение А**  
**Обобщенные таблицы расчетных характеристик грунтов тела и основания дамбы**

Таблица А.1 – Расчетные значения физико-механических свойств грунтов тела и основания дамбы

Наименование характеристик	Технологич. грунт (ИСУ)	Технологич. грунт (ИСУ) Суглинок легкий пылеватый, дресинный, умеренный	Суглинок легкий пылеватый, дресинный, умеренный	Глина легкая пылеватая тугая, пылеватая	Суглинок пылеватый дресинный, тугая, пылеватая, пылеватая	Дресинный грунт, пылеватый, пылеватый	Щебнистый грунт пылеватый	Дресинный грунт пылеватый	Песчаный грунт, пылеватый, пылеватый	Дресинный грунт, пылеватый, пылеватый	Крупнообломочный грунт	Суглинок	Пылеватый грунт
	ИСУ 1а	ИСУ 1б	ИСУ 2	ИСУ 3	ИСУ 4	ИСУ 5	ИСУ 6	ИСУ 7	ИСУ 8	ИСУ 9	Угли дамбы	Суглинок (глина)	Хвосты
Удельный вес грунта $\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	20,00	17,56	18,93	19,82	18,05	16,97	17,27	17,17	25,70	25,80	26,78	19,42	19,72
Удельный вес грунта в водонасыщенном состоянии $\gamma_{\text{на}}$ , кН/м <sup>3</sup>	21,00	18,00	20,00	20,50	19,00	17,50	18,00	18,00	26,30	26,50	27,50	20,50	20,23
Модуль деформации $E$ , МПа	16,85	12,30	16,10	14,10	23,80	48,00	53,90	50,30	6400,00	5800,00	30,00	14,00	23,00
Коэффициент Пуассона $\mu$ , д.е	0,27	0,30	0,26	0,30	0,30	0,27	0,27	0,27	0,32	0,30	0,30	0,20	0,24
Спекание $c$ , кПа	1,0	30,8	35,5	89,2	32,5	30,3	22,6	28,2	16700,0	12900,0	10,0	23,0	24,0
Угол внутреннего трения $\phi$ , °	30	20	26	14	39	36	37	36	27	31	38	21	22
Коэффициент фильтрации $k$ , м/сут	20	0,01	0,03	0,0001	0,07	10	10	10	0,01	0,01	50	0,01	0,07
<p>Примечания</p> <p>1 Расчетные физико-механические характеристики грунтов основания приняты в соответствии с «Техническим отчетом по инженерно-геологическим изысканиям для ТОО «Баянголское горнодобывающее предприятие», выполненным ТОО «КИИТ» в 2023 г.</p>													



Наименование характеристики	Технический грунт (ИЧ <sub>10</sub> )	Технический грунт (ИЧ <sub>10</sub> ). Суглинок легкий пылеватый, дресинный, твёрдый	Суглинок легкий песчаный, с дресиной, твёрдый, известковый	Глина легкая пылеватая твёрдая, известковая	Суглинок песчаный дресинный, твёрдый, известковый, не известковый	Дресинно- песчаный грунт, неизвестный	Щебнистый грунт известковый	Дресинный грунт известковый	Песчаный очень плотный, прочный, неразжижаемый	Аллювий очень плотный, средний прочности, неразжижаемый	Крупнообломочный грунт	Суглинок (глина)	Хвосты
	ИЧ <sub>10</sub> 1а	ИЧ <sub>10</sub> 1б	ИЧ <sub>10</sub> 2	ИЧ <sub>10</sub> 3	ИЧ <sub>10</sub> 4	ИЧ <sub>10</sub> 5	ИЧ <sub>10</sub> 6	ИЧ <sub>10</sub> 7	ИЧ <sub>10</sub> 8	ИЧ <sub>10</sub> 9	Тела лавы	Суглинок (глина)	Хвосты
<p>2 Расчетные физико-механические характеристики грунта тела дымов приняты аналогично «1» изотермическим расчетам, выполненным ТОО «Казахстанский Проектно-Инжиниринговый Центр «ИНТЕРРА 3»» в 2016 г.</p> <p>3 Расчетные физико-механические характеристики хвостов приняты по объекту-аналогу (хвостохранилище №1 АГКО) в соответствии с «Техническим отчетом по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации ООО «Ресурсы Албания». Хвостохранилище №1. 3733/3-ИПН1.1», выполненным АО «СенКамТИСНЗ» в 2021 г. [7]</p> <p>4 Расчетные физико-механические характеристики суглинка зашпиганых и подстилающих слоев приняты по СП РК 5.01-102-2013</p>													

Приложение Б  
Сертификат соответствия

 Система добровольной сертификации  
прикладных программных продуктов  
«PoliSoft»  
РОСС RU.32493.04ПДК0

№ 000364

**СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ**

 № РОСС RU.04ПДК0.ОСН.Н00006  
Срок действия с 26.04.2022 по 19.04.2025

**ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ** РОСС RU.32493.04ПДК0.ОС01  
ООО «СИНЕРГИЯ» (ОС ООО «СИНЕРГИЯ»)  
109263, Москва г., Шкурово ул., дом № 2А, этаж 3, офис 3, телефон +79600467950.

**ПРОДУКЦИЯ** вид ОКПД 2  
Программный комплекс для геометрических расчетов PLAXIS в составе: PLAXIS 2D, PLAXIS 3D  
58.29.29.000

Серийный выпуск

**СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ ДОКУМЕНТОВ**  
ГОСТ Р ИСО 9127-94, разд. 6, пп. 6.1.1, 6.3.1 – 6.3.4, 6.4.1, 6.5.1 – 6.5.3, 6.5.5, 6.6, 6.7;  
ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000, разд. 3, пп. 3.1.1 – 3.1.6, 3.2.1 – 3.2.5, 3.3.1 – 3.3.3;  
Руководство по эксплуатации ПП PLAXIS 2D, PLAXIS 3D № ВР0 Р2D/Р3D-2021.

**ОБЕСПЕЧИВАЕТ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В СООТВЕТСТВИИ С ПОЛОЖЕННЫМИ**  
своими правилами, национальными стандартами и другими документами  
(см. приложение на 10 л., Листов №№ 000714.000181)

**ИЗГОТОВИТЕЛЬ**  
ООО «Бентли Системс»  
ОГРН 127744473176  
115054, Российская Федерация, г. Москва, ул. Дубининская, д. 33, стр. 5, Телефон 8 800 100 04 43

**СЕРТИФИКАТ ВЫДАН**  
ООО «НИИ-Информатика»  
192102, Российская Федерация, г. Санкт-Петербург, Фучика ул., д. 4, литер К, помещение 1415,  
помещение №24

**НА ОСНОВании**  
Протокол оценки соответствия ОС ООО «СИНЕРГИЯ» № 04ПДК0.Н06 от 18.04.2022.

Уровень оценки – D  
Уровень качества – H (High)

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ**  
Сертификация проведена в соответствии с документом «Правила функционирования  
Системы добровольной сертификации прикладных программных продуктов «PoliSoft».  
Срок сертификации – 24

 М.П. Руководитель Органа  
Эксперт

 Н.В. Журав  
подпись, должность  
Г.Е. Колосников  
подпись, должность

**Система добровольной сертификации  
прикладных программных продуктов  
«PoliSoft»**  
РОСС RU.32493.04ПДКО

№ 000574

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

К сертификату соответствия № РОСС RU.44ПДКВ.05061Н00006  
Перечень документов, которым соответствует продукция

Код ОКПД 2	Перечень документов	Обозначение документации, по которой выпускается продукция
58.29.29.000		

ГОСТ 25100-2020. Группы. Классификация. Таблица А.1;  
ГОСТ 27191-2014 Нагрузки строительных конструкций и оснований. Основные положения, вл. 5.1.3, 5.2.1, разделы 7, 10, 11;  
ГОСТ 32960-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения, вл. 2.1.6, 2.1.7, 4.3, 4.3.1;  
ГОСТ 33149-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Правила проектирования автомобильных дорог в сложных условиях, вл. 3.39, 6.4, 6.5, 7.1.1.8, 7.1.1.9, 7.1.1.14, 7.1.1.15, 7.1.2.2, 7.1.2.3, 7.1.2.4, 7.1.2.8, 7.1.2.8, 7.1.2.7, 7.1.2.8, 7.1.2.9, 7.1.2.10, 7.1.5.9, 7.1.7.3, 7.1.7.5, 7.2.1, 7.2.3.5, 7.2.4.3, 7.2.4.7, 7.2.4.10, 7.2.4.20, 7.2.4.23, 8.2, 8.7, 8.16, 8.17;  
ГОСТ 33384-2015 Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование мостовых сооружений. Общие требования, вл. 8.7.4;  
СП 100.13330.2016 Механические системы и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.06.03-85, вл. 13.8, 6.13.9, 7.7.17.5, 8.3;  
СП 101.13330.2012 Подпорные стены, ступенчатые подсыпки, рыбоуловители и рыбоуловительные сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.06.07-87, вл. 6.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6, 18.11, М.7;  
СП 103.13330.2012 Задатки горно-выбойки от подвешивания и опирания на них. Актуализированная редакция СНиП 2.06.14-85, вл. 4.7, 4.10, 5.6, 5.7, 5.8, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 9.10;  
СП 104.13330.2016 Инженерное озеленение территорий от загрязнения и пыления. Актуализированная редакция СНиП 2.06.15-85, вл. 8.1.7, 9.3;  
СП 116.13330.2012 Инженерия заградительных сооружений от опасных геологических процессов. Сводная классификация. Актуализированная редакция СНиП 32-02-2001, вл. 5.1.2, 5.1.3, 5.2.3, 5.2.4, 5.3.13, 5.3.14, 9.3.2;

 **Руководитель Органа**  **Н.В. Жилинский**  
**Эксперт**  **Г.Е. Колесников**

1

**Система добровольной сертификации  
прикладных программных продуктов  
«PoliSoft»**  
РОСС RU.32493.04ПДКО

№ 000575

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

К сертификату соответствия № РОСС RU.04ПДКО.ОС01.180006  
Перечень документов, которым соответствует продукция

Код ОКЕИ 2	Перечень документов	Обозначение документа, по которому выпускается продукция
58.29.29.000		
	<p>СП 119.13330.2017 Железные дороги метро 1520 мм. Актуализированная редакция СНиП 72-01-95, пп. 4.8; 4.12; 5.1; 5.8; 5.10; 5.29; 5.35; 7.1;</p> <p>СП 121.13330.2019 Аэродромы. СНиП 32-03-96, пп. 5.57; 5.58; 6.21;</p> <p>СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-3-81*, пп. 7; 8;</p> <p>СП 20.13330.2016 Наружные и внутренние. Актуализированная редакция СНиП 2.01-07-85*, пп. 4; 5; 6; 7; 8; 9;</p> <p>СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-83*, пп. 5.1.3; 5.1.9; 5.1.13; 5.2.1; 5.4.14; 5.6.48; 5.6.47; 5.6.48; 5.7; 6.16; 9.12;</p> <p>СП 25.13330.2018 Основания гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.02-85*, пп. 3.14; 3.15; 3.16; 3.18; 3.22; 4.1; 4.3; 4.5; 4.6; 4.7; 6; 7; 8; 9; 10; 14;</p> <p>СП 238.1336000-2015 Железнодорожный путь, пп. 3.68; 6.1;</p> <p>СП 348.1325000.2016 Сооружения подземные. Правила проектирования, пп. 3.2.4; 4.1; 7.2.1; 11.2; 11.3; 11.4; 12; 14.3; 14.10; 14.11; 14.14; 14.15;</p> <p>СП 249.1325000.2016 Коммуникации подземные. Проектирование в строительстве закрытым и открытым способом, пп. 4.8; 6.1.14; 6.1.15; 6.3.8; 6.2;</p> <p>СП 32-104-98 Проектирование земляного полотна железных дорог метро 1520 мм, пп. 1.2; 3.1; 3.2; 4.13; 4.1; 6.4; 7.9; 7.11; 8.12; 8.13; 10.1; 10.8; 10.12; 10.16; 11.3; 16.3; 16.12; 18; Приложение Г;</p> <p>СП 381.1325000.2018 Сооружения подземные. Правила проектирования, пп. раздел 6; 7.2; 7.3; 8.6; 11.2;</p> <p>СП 39.13330.2012 Плиты из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05-84*, пп. 4.4; 4.8; 5.2; 5.9; 5.10; 5.34; 5.52; 5.67; 6.7; 6.18; раздел 9; Приложение А;</p>	



**М.П.**  
**Руководитель Органа**  
**Эксперт**



**Н.В. Жуков**  
подпись  
**Г.Е. Колесников**  
подпись, фамилия

2



**Система добровольной сертификации  
прикладных программных продуктов  
«PoliSoft»**  
РОСС RU.32493.04ПДКО

№ 000576

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

К сертификату соответствия № РОСС RU.04ПДКО.ОСВ.Н00006  
Перечень документов, которым соответствует продукция

Код ОКПД 2	Перечень документов	Обозначение документа, на который выстается продукция
58.29.29.000		

СП 40.13330.2012 Правила бетонных и железобетонных конструкций. Актуализированная редакция СНиП 2.06.06-83, разделы 7, 8;  
ГОСТ Р 54476-2011 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности связу грунтов и дрессинг стрателытв;  
СП 45.13330.2017 Зосильные конструкции, основания и фундамнты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87, пп. 5.41, 5.48, 11.21, 12.9.1, 12.10.1, 17.2.2, 18.2.1;  
СП 38.13330.2019 Гидротехнические сооружения. Основные положения. СНиП 32-81-2003, пп. 6.13, 4.20, 8.10, 8.17, 8.23, 8.24;  
ТСН 50-302-2004 Санкт-Петербурга «Проектирование фундаментов зданий и сооружений в Санкт-Петербурге», раздел 15;  
ТСН 50-304-2001 г. Москвы "МГСН 2.07-01 "Основания, фундаменты и подземные сооружения", раздел П;  
ОДМ 218.2.001-2009 Рекомендации по проектированию и строительству монолитных сооружений из металлических, стальных, стальных-бетонных конструкций на автомобильных дорогах общего назначения с учетом реальных условий (дорожно-климатических зон), пп. 4.3.11, раздел 6.2;  
ГОСТ Р 54477-2011 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик деформированности грунтов и дрессинг стрателытв;  
ГОСТ Р 58270-2018 Грунты. Метод испытаний расклиннованием делителем;  
ОДМ 218.2.050-2015 Металлические рекомендации по расчету и проектированию свайных фундаментов сооружений инженерной защиты автомобильных дорог;



Руководитель Органа  
Эксперт



Г.Д. Журав  
инженер, эксперт



Г.Е. Козлов  
инженер, эксперт



**Система добровольной сертификации  
прикладных программных продуктов  
«PoliSoft»**  
РОСС RU.32493.04ПДКО

№ 000577

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

К сертификату соответствия № РОСС RU.ВЛПДКО.0001.Н00006  
Перечень документов, которым соответствует продукция

Код ОКПД 2	Перечень документов	Обязательная документация, по которой выпускается продукция
58.29.29.000		

ОДМ 2:8.2.000-2016 Рекомендации по учету динамического воздействия от цифровых транспортных средств при расчетах прочности, устойчивости и деформативности земляного полотна, раздел 7;

ОДМ 218.3.094-2017 Рекомендации по извлечению-восстановлению насыпных и проектированию структурной инженерной защиты на участках автомобильных дорог в регионах с экстремальными условиями, пп. 5.4.9, 5.4.10, 5.4.11, 5.4.12, 5.4.13, 5.4.14, 5.4.15; разделы 6, 7;

ОДМ 218.3.120-2020 Методические рекомендации по расчету нагрузок автомобильных дорог на слабых грунтах основан на применении геосинтетических материалов, пп. 1.4, 1.5, 1.6, 18, 21, 24, 25;

ОДМ 218.4.400-2020 Методические рекомендации по использованию существующих нагрузок из слабых и обводненных грунтов при реконструкции автомобильных дорог, разделы 6, 7;

СП 38.15330.2011 Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84, пп. 3.49, 3.52;

ГОСТ Р 58326-2018 Грунты. Метод лабораторного определения параметра пружинности, пп. 3.4.3, 3.4.5;

ГОСТ Р ИСО 32476-3-2017 Гипотезы о механизмах разрушения и испытания. Испытания на разрыв. Часть 3. Статическое и высокоскоростное армирование электрическими кабелями, раздел 6;

ГОСТ 12248.1-2020 Грунты. Определение характеристик прочности методом одноосевого сжатия, разделы 5, 6, 8;

ГОСТ 12248.2-2020 Грунты. Определение характеристик прочности методом азимутального сжатия, разделы 5, 6, 8;

ГОСТ 12248.3-2020 Грунты. Определение характеристик прочности и деформированности методом трехоснего сжатия, разделы 5, 8;

ГОСТ 12248.4-2020 Грунты. Определение характеристик деформированности методом компрессионного сжатия, разделы 5, 8, 9;

ГОСТ 12248.5-2020 Грунты. Метод сдвигового сжатия, раздел 9;



Руководитель Органа  
Эксперт



Г.Д. Жуков  
инженер, доцент



Г.Е. Колесников  
инженер, доцент

**Система добровольной сертификации  
прикладных программных продуктов  
«PoliSoft»**  
РОСС RU.32493.04ПДКО

№ 000578

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

К сертификату соответствия № РОСС RU.32493.04ПДКО.000006  
Перечень документов, которым соответствует продукция

Код ОКЕУД 2	Перечень документов	Обозначение документами, по которой выпускается продукция
38.29.29.000		

ГОСТ 12248.6-2020 Грунты. Метод определения влажности и усадки, раздел 9;  
ГОСТ 12248.7-2020 Грунты. Определение характеристик прочности и деформируемости твердых грунтов методом испытания шариковым штампом, раздел 9;  
ГОСТ 12248.8-2020 Грунты. Определение характеристик прочности твердых грунтов методом среза на извернутом срезном, раздел 9;  
ГОСТ 12248.9-2020 Грунты. Определение характеристик прочности и деформируемости твердых грунтов методом одностороннего сжатия, раздел 9;  
ГОСТ 12248.10-2020 Грунты. Определение характеристик деформируемости твердых грунтов методом компрессионного сжатия, раздел 9;  
ГОСТ 12248.11-2020 Грунты. Определение характеристик прочности опантованных грунтов методом среза, раздел 9;  
ГОСТ 20276.2-2020 Грунты. Метод испытания разрывным прессометром, раздел 8;  
ГОСТ 25584-2016 Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации;  
ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик, разделы 3-13;  
СП 102.13330.2012 Туннели гидротехнические. Актуализированный редакцией СНиП 2.06.09-84, раздел 11; Приложение А;  
СП 11-103-07 Ножениро-сидементные элементы для строительства. Часть 1. Общие правила производства работ, вл. 5.3, 7.09;  
СП 120.13330.2012 Микроэлементы. Актуализированный редакцией СНиП 12-02-2003, вл. 5.4, 5.8;  
СП 122.13330.2012 Тоннельные железобетонные и железобетонные. Актуализированный редакцией СНиП 12-04-97, вл. 5.6.3, 5.6.5.

М.П. **Руководитель Органа**  
**Эксперт**

Н.В. Жилин  
Г.Е. Косюков

**Система добровольной сертификации  
прикладных программных продуктов  
«PoliSoft»**  
РОСС RU.22493.04ПДКО

№ 000579

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

К сертификату соответствия № РОСС RU.22493.04ПДКО.000006  
Перечень документов, которым соответствует продукция

Код ОКПД 2	Перечень документов	Обозначение документации, по которой выпускается продукция
58.29.29.000		

СП 123.133.06.2012 Основные прикладные виды, типы и продукты из термобетона. Актуализированная редакция СНиП 34-03-99, Приложение А (н. А.2);

СП 15.133.06.2019 Каменные и армокаменные конструкции. СНиП II-22-81\*, вч. 4.3;

СП 16.133.06.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*, вч. 4.2.3;

СП 21.133.06.2012 Зоны и сооружения на индустриальных территориях и промышленных объектах. Актуализированная редакция СНиП 2.05.109-91, вч. 5.3; 5.5-5.4; Д.13;

СП 24.133.06.2021 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85, вч. 7.1; 7.2; 7.4; 7.5; 7.7; 12; 13.5; 13.9; 13.11; 8.2;

СП 25.133.06.2020 Основания и фундаменты на несомненных грунтах. СНиП 2.02.04-88, вч. 7.1; 7.2; 7.3; 12.5; 13.6; 13.7; 13.9; 14;

СП 26.133.06.2012 Функционирование машин с автоматическими нагрузками. Актуализированная редакция СНиП 2.02.05-85, вч. 4.8; 5.2; 18; 6.1; 6.2; 6.3;

СП 34.133.06.2021 "СНиП 2.05.02-85" Автомобильные дороги", вч. 7.1; 7.29; 7.31; 7.32; 7.33; 7.39; 7.41; 7.44; 7.49; 7.53; 7.68;

СП 36.133.06.2012 Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85\*, вч. 9.5.3; 12.2.12;

СП 38.133.06.2018 Наружные и внутренние гидротехнические сооружения (дамбы, плотины и ст. сузов). СНиП 2.06.04-82\*, раздел 2;

СП 354.133.06.2017 Фундаменты опор мостов и рамных распределителей многоэтажных мостов. Г.20; Д.2; Д.3; М.2;


М.П. Руководитель Органа
И.В. Жалнин  
Эксперт
И.В. Жалнин  
И.В. Жалнин



**Система добровольной сертификации  
прикладных программных продуктов  
«PoliSoft»**  
РОСС RU.32497.04E1000

№ 000580

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

К сертификату соответствия № РОСС RU.84E100.OC001180006  
Перечень документов, которым соответствует продукция

Код ОКД/Д.2	Перечень документов	Обозначение документации, по которой выпускается продукция
38.29.29.000		

СП 43.13330.2012 Сооружения промывочных предприятий. Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85, из. 5.1.12, 5.1.16, 5.3.8, 5.3.12, 5.4.23, 7.4.8, 7.4.12;  
СП 436.1325800.2018 Инженерное землеустройство территорий, зданий и сооружений от земельных и обвалов. Правила проектирования, пп. 6.1, 6.3;  
СП 445.1325800.2018 Водопроводные трубы и системы водоснабжения в районах вечной мерзлоты, пп. 4.3, 9.4.3, 10.4, 10.5, 10.6, 10.21, 10.29, 10.30, 12.2, 13.3.3;  
СП 449.1326000.2018\* Инженерные изыскания для строительства в районах распространения набухающих грунтов. Общие требования, пп. 6.2.2.3; 6.2.2.10;  
СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96, пп. 8.2.3.8;  
СП 499.1325800.2021 Инженерное землеустройство территорий, зданий и сооружений от карсто-суффозийных процессов. Правила проектирования, пп. 6.2.9; 6.2.14; 6.3.11; 6.3.13; 7.4; 8.2; 8.10;  
СП 54.13330.2016 Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003, раздел 6;  
СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003, из. 3.1.2, 8.13 – 8.25;  
СП 80.13330.2012 Электротехника:通则. Актуализированная редакция СНиП 3-68-78, пп. 12.5.2.6, 12.5.3.2.

  
**М.П. Руководитель Органа  
эксперт**

  
**Н.В. Журав**  
инженер, эксперт

  
**Г.Е. Козлов**  
инженер, эксперт

**Система добровольной сертификации  
прикладных программных продуктов  
«PoliSoft»**  
РОСС RU.30493.04ППО

№ 000581

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

К сертификату соответствия № РОСС RU.44ПДК3.ОС01.Н00096  
Перечень документов, которым соответствует продукция

Код ОКПД 2	Перечень документов	Обозначение документов, по которым выпускается продукция
34.30.28.000	<p>СП 11-114-2004 Инженерные расчеты на контактные клинья для строительства морских нефтяногазовых сооружений, вкл. 6.5; 6.6; 6.9, приложение М;          ВСН 499-87 Проектирование и устройство свайных фундаментов и оснований свайными и другими способами в условиях реконструкции промышленных предприятий и городской застройки, Приложение 2;          ОДМ 218.2.006-2010 Рекомендации по расчету устойчивости склонов (откосов) и перемещению ниспавших масс на инженерных сооружениях автомобильных дорог, вкл. разделы 4.1; 6; 7;          ОДМ 218.2.054-2011 Методические рекомендации по проектированию и устройству буронабивных свай повышенной несущей способности по грунту, вкл. 6.3;          ОДМ 218.2.054-2015 Рекомендации по применению текстиль-бетонных свай при строительстве автомобильных дорог на слабых грунтах оснований, раздел 7;          ОДМ 218.2.1.001-2020 Методические рекомендации по расчету гибкого раствора с применением геотекстильных материалов основные положения расчетов, вкл. 4.3.1, Приложение В;          ОДМ 218.2.1.004-2021 Методические рекомендации по проектированию систем защиты от слабых оснований с применением систем геотекстильных материалов, вкл. 5.46, 7.3, 7.4;          СП 41.13310.2012 Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 12-04-00-87, раздел 7; 8.7, 8.8;          СП 420.132500.2018 Инженерные расчеты для строительства в районах развития опасных процессов. Общие требования, вкл. 4.9.39, 4.9.61, 4.9.62, 4.9.63, 4.9.64, 4.9.65, 4.9.66, 4.9.67, 4.9.68;</p>	



Руководитель Органа  
Эксперт



Н.В. Жуков  
инженер, эксперт



Г.Е. Колесников  
инженер, эксперт



**Система добровольной сертификации  
прикладных программных продуктов  
«PoliSoft»**  
РОСС RU.32493.04ПДКО

№ 000582

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

К сертификату соответствия № РОСС RU.44ILB9.OS01.100906  
Перечень документов, которым соответствует продукция

Код ОКПД 2	Перечень документов	Обозначение документации, по которой выпускается продукция
38.29.29.000		

СП 46.13330.2012 Основные нормы выработки. Актуализированная редакция СНиП II-94-80, раздел 7;  
ТСП 31-532-2006 Санкт-Петербурга «Жилищно-коммунальные услуги», пп. 7.2.17, 7.3.18, 8.4.1;  
ВСН 41.88 Проектирование морских гидротехнических сооружений, раздел 3;  
СП 48.13330.2014 Заплатные сооружения гражданской обороны. Актуализированная редакция СНиП II-11-77\*, раздел 7.2;  
ОДМ 218.2.073-2012 Рекомендации по расчету и проектированию дорожных сооружений, сложенных из автомобильных дорог, раздел 7;  
ГОСТ Р 56133-2015 Грунты. Методы лабораторного определения деформационных свойств дисперсных грунтов, раздел 6;  
ГОСТ 21153-2-84 Порода гравия. Метод определения предела прочности при одностороннем сжатии, разделы 5, 6;  
ГОСТ 20985-91 Порода горючая. Метод определения деформационных характеристик при одностороннем сжатии, разделы 5, 6;  
СП 207.1325800.2016 Сварочная марка привалочных. Правила проектирования и строительства, разделы 7, 8, 9, Приложение Г;  
СП 294.1325800.2017 Конструкция фундаментов анкерных, разделы 4, 6, 7;  
СП 338.1325800.2017 Сварочные гидроиспытания. Правила проектирования и строительства в нефтяной отрасли, раздел 6;

  
**Руководитель Органа**  
**Эксперт**

  
**Н.Н. Жуков**  
подпись, должность

  
**Г.Е. Колесников**  
подпись, должность

3

**Система добровольной сертификации  
прикладных программных продуктов  
«PoliSoft»**  
РОСС RU.12493.04.1.1303

№ 000583

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

К сертификату соответствия № РОСС RU.1461303.05.01.100006  
Перечень документов, которым соответствует продукция

Код ОКПД 2	Перечень документов	Обозначение документации, по которой выпускается продукция
38.29.29.000		

СП 412.1325800.2018 Конструирование фундаментов высотных зданий и сооружений, вл. 11-12;  
СП 446.1325800.2018 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Приложение И;  
СП 88.13336.2014 Защита сооружений гражданкой обороны. Актуализированная редакция СНиП II-11-77\* раздел 8;  
МР 1.5.2.05.999.0026-2011 Нормы проектирования оснований сооружений стальных стенок, разделы 4,7, Приложение В;  
СП 425.1325800.2018 Нормативная защита трубопроводов от проломных процессов. Правила проектирования, раздел 8;  
СП 50-102-2003 Проектирование и устройство свайных фундаментов, разделы 7; 10; 12.

  
 Руководитель Органа  
 Эксперт

  
 Н.В. Жигинская  
 начальник, эксперт

  
 Г.Е. Колесников  
 начальник, эксперт

10

Приложение В

Результаты фильтрационного расчета дамб хвостохранилища сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2

Сечение 1-1

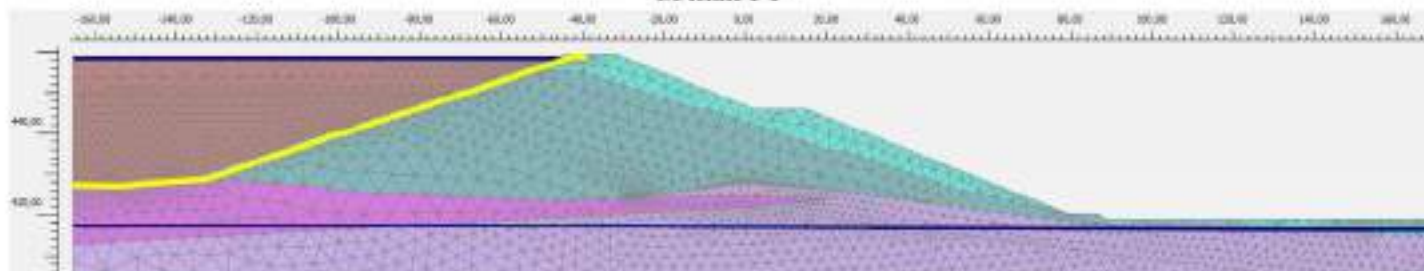


Рисунок В.1 – Вид депрессионной поверхности после заполнения 5-й очереди (сечение 1-1)

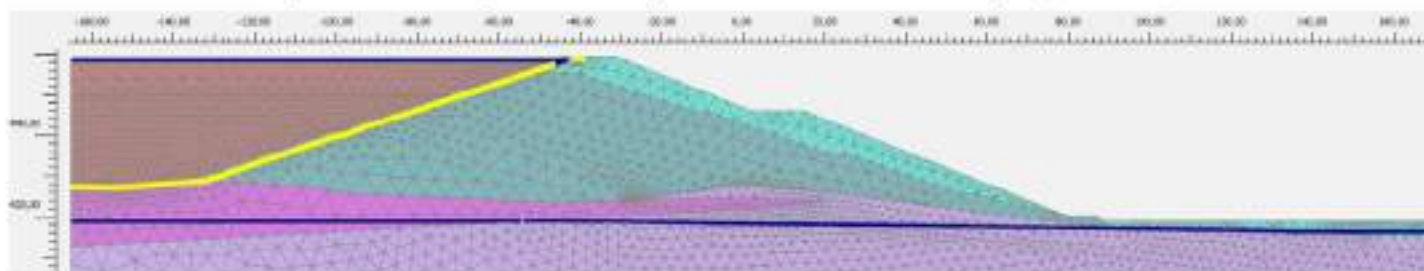


Рисунок В.2 – Вид депрессионной поверхности после заполнения 5-й очереди в случае разрыва геомембраны (сечение 1-1)

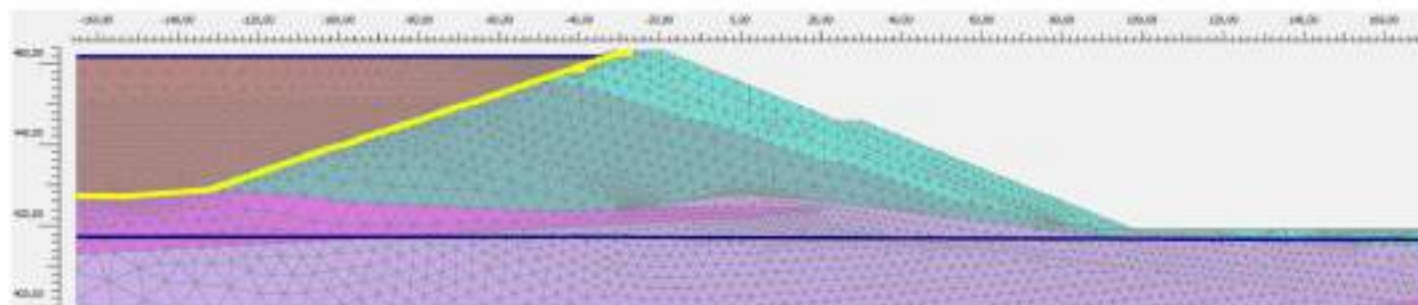


Рисунок В.3 – Вид депрессионной поверхности после заполнения 6-й очереди (сечение 1-1)

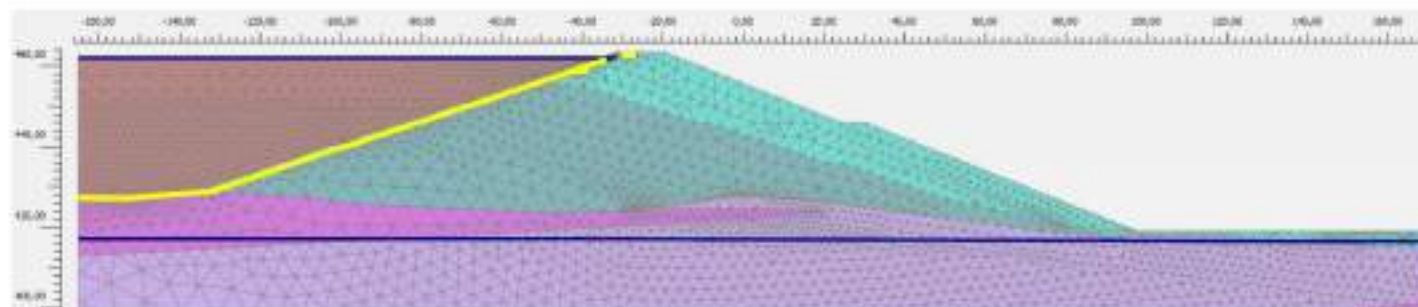


Рисунок В.4 – Вид депрессионной поверхности после заполнения 6-й очереди в случае разрыва геомембраны (сечение 1-1)



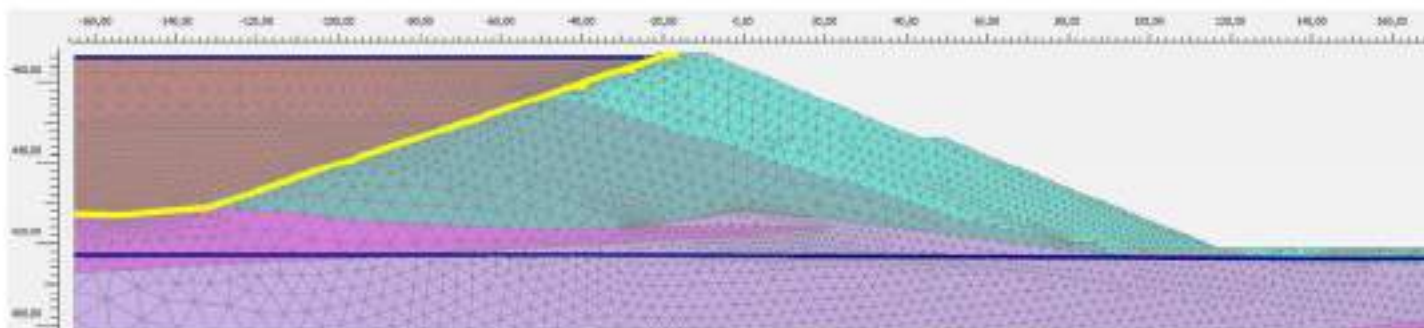


Рисунок В.5 – Вид депрессионной поверхности после наполнения 7-й очереди (сечение 1-1)

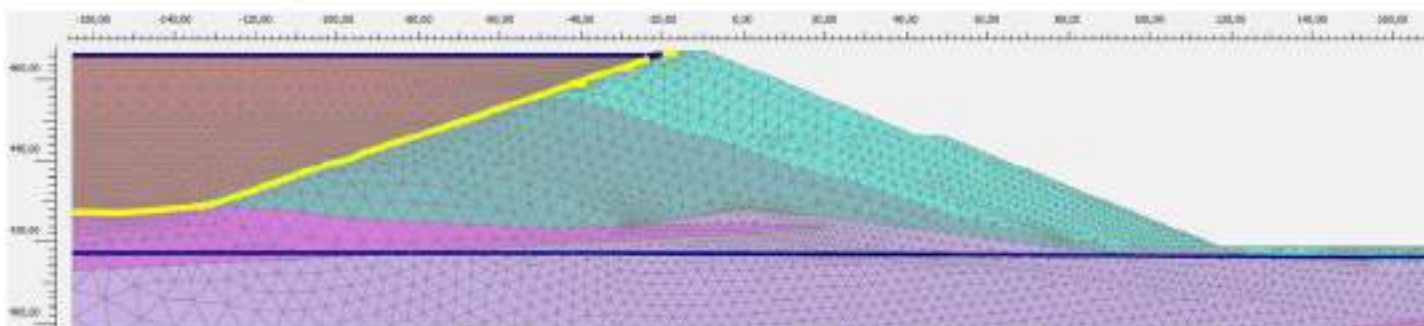


Рисунок В.6 – Вид депрессионной поверхности после наполнения 7-й очереди в случае разрыва геомембраны (сечение 1-1)



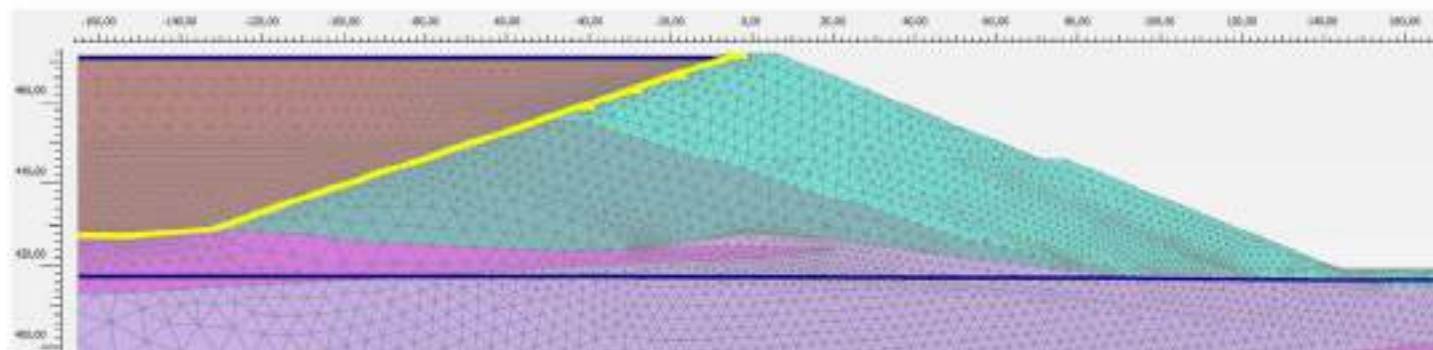


Рисунок 8.7 – Вид депрессионной поверхности после заполнения 8-й очереди (сечение 1-1)

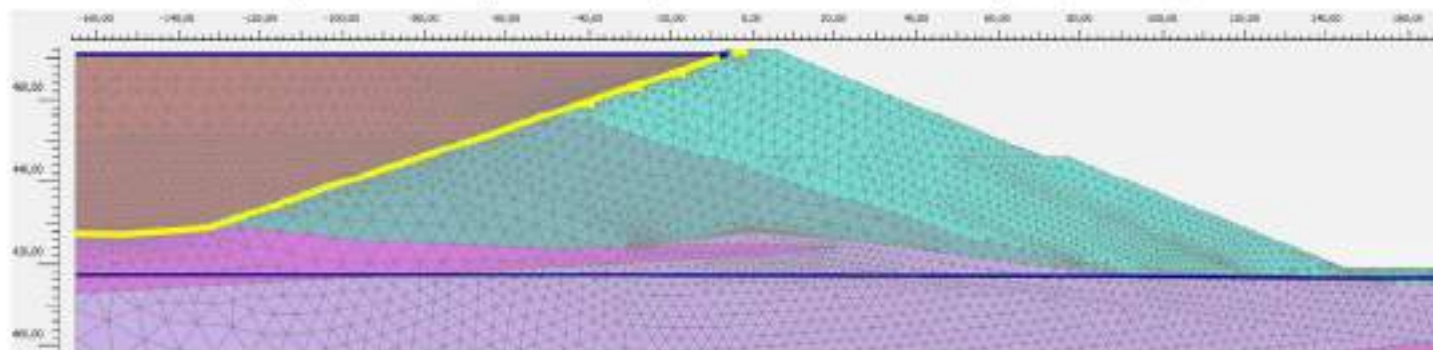


Рисунок 8.8 – Вид депрессионной поверхности после заполнения 8-й очереди в случае разрыва геомембраны (сечение 1-1)

85

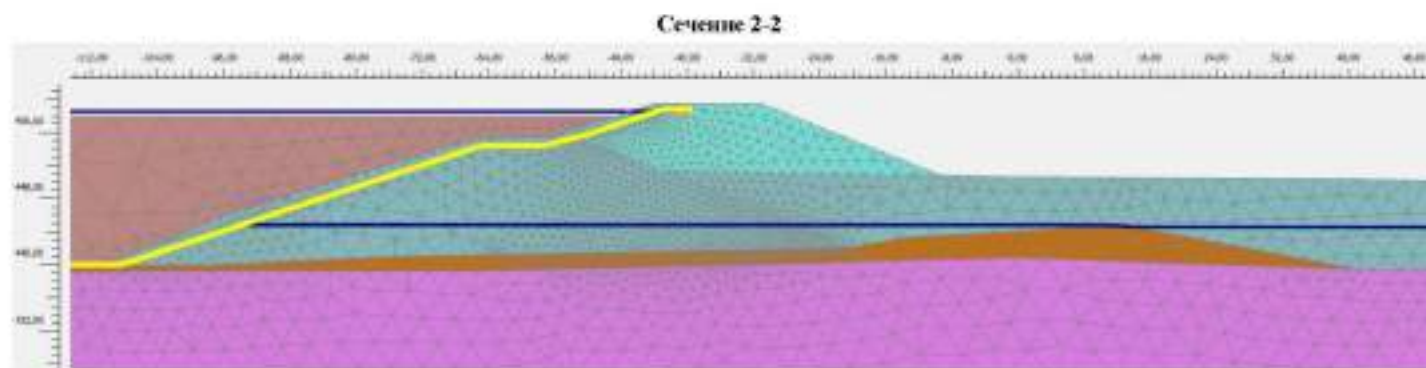


Рисунок В.9 – Вид депрессионной поверхности после наводнения 5-й очереди (сечение 2-2)

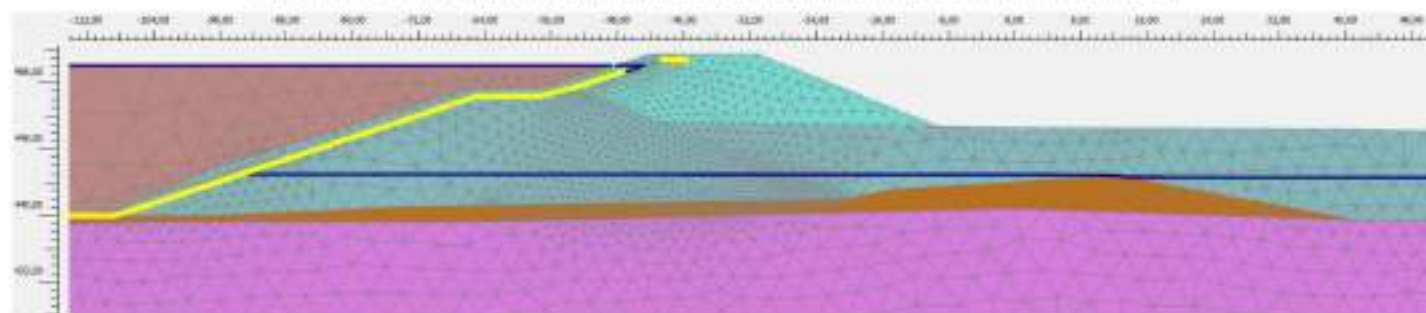


Рисунок В.10 – Вид депрессионной поверхности после наводнения 5-й очереди в случае разрыва геомембраны (сечение 2-2)

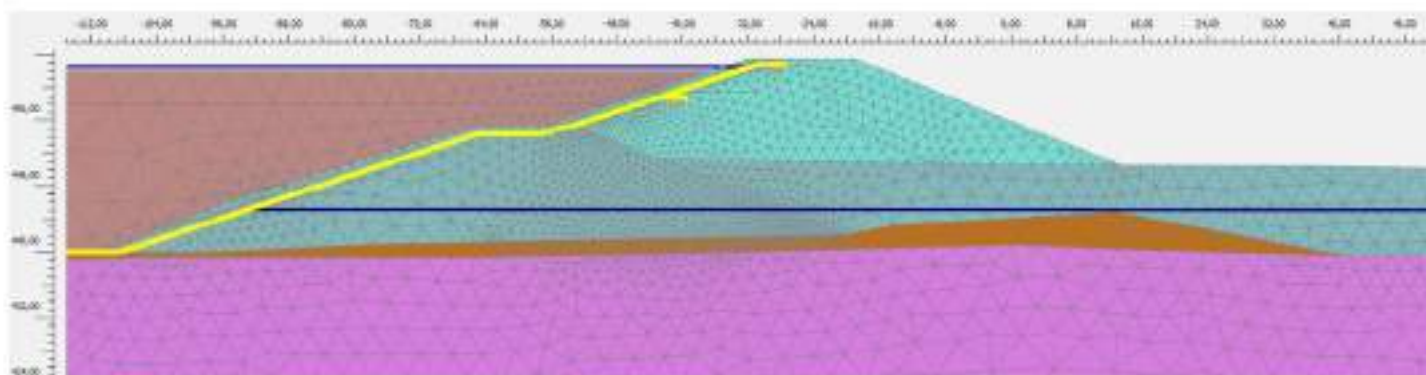


Рисунок В.11 – Вид депрессионной поверхности после заполнения 6-й очереди (сечение 2-2)

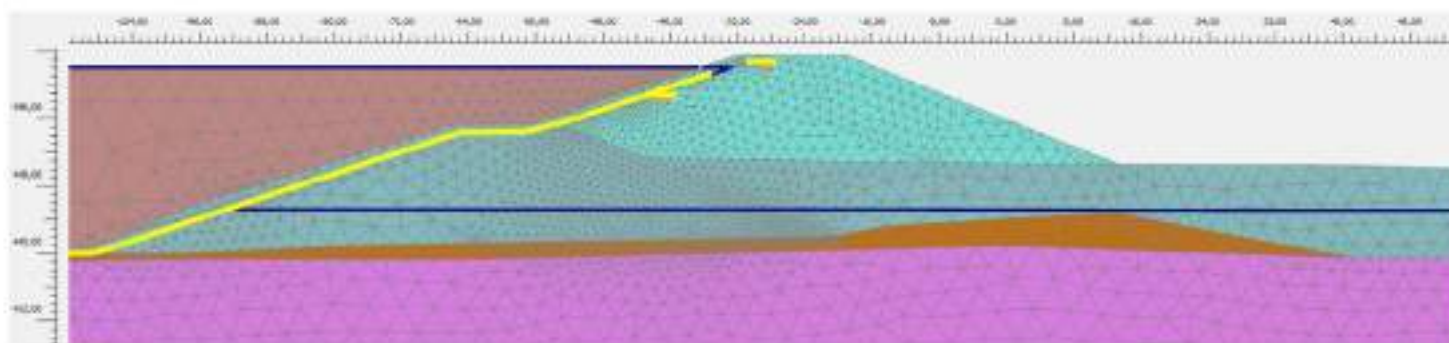


Рисунок В.12 – Вид депрессионной поверхности после заполнения 6-й очереди в случае разрыва геомембраны (сечение 2-2)

87

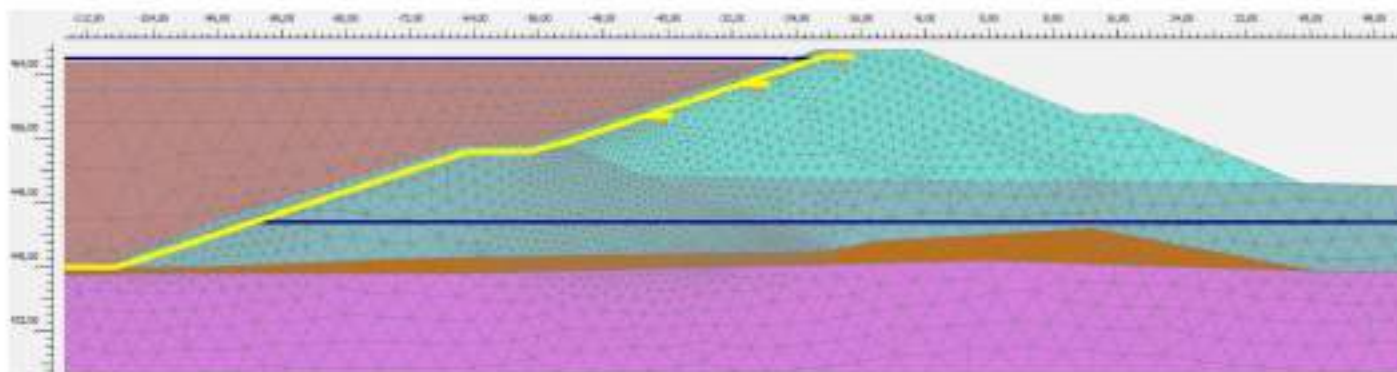


Рисунок В.13 – Вид депрессионной поверхности после наполнения 7-й очереди (сечение 2-2)

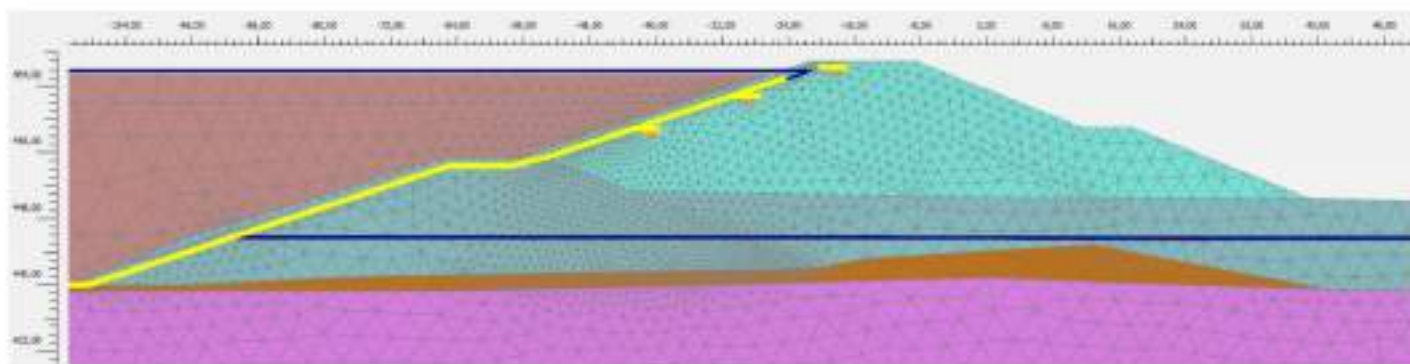


Рисунок В.14 – Вид депрессионной поверхности после наполнения 7-й очереди в случае разрыва геомембраны (сечение 2-2)



Технический отчет по выполненным работам  
«Расчет устойчивости и напряженно-деформированного состояния дна  
кварталами донных сульфидных флюидов и складов углеводородов  
продукта с учетом фильтрационного режима»



88

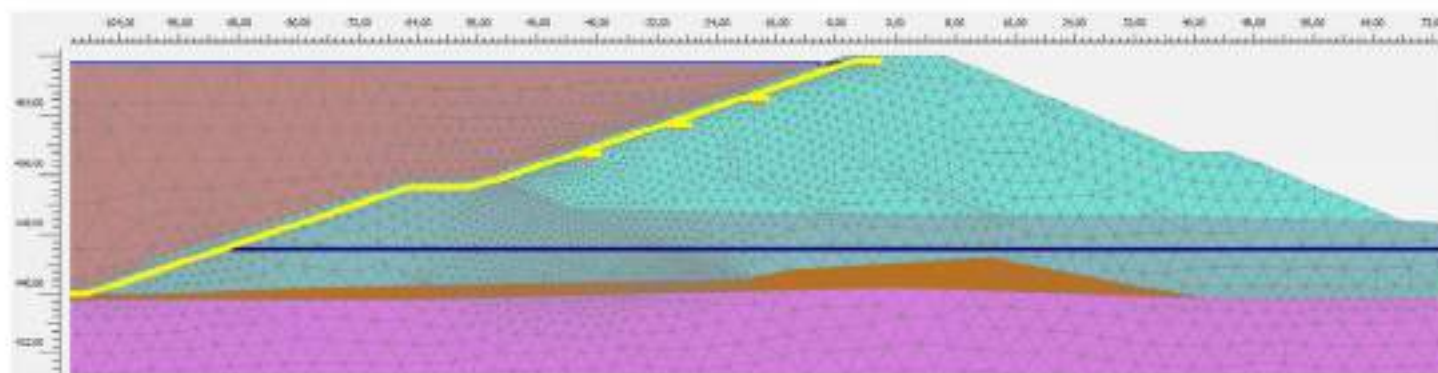


Рисунок В.15 – Вид депрессионной поверхности после наполнения 8-й очереди (сечение 2-2)

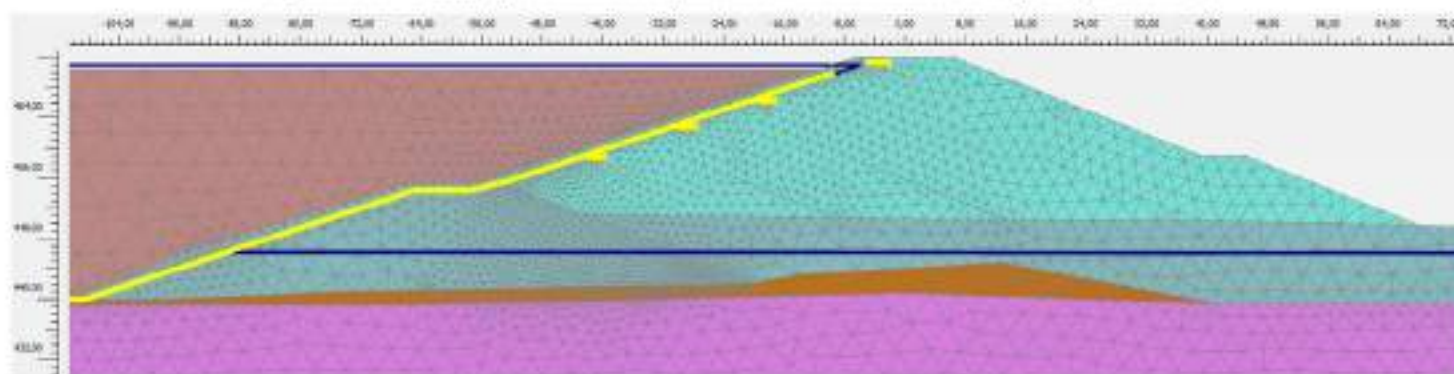


Рисунок В.16 – Вид депрессионной поверхности после наполнения 8-й очереди в случае разрыва геомембраны (сечение 2-2)



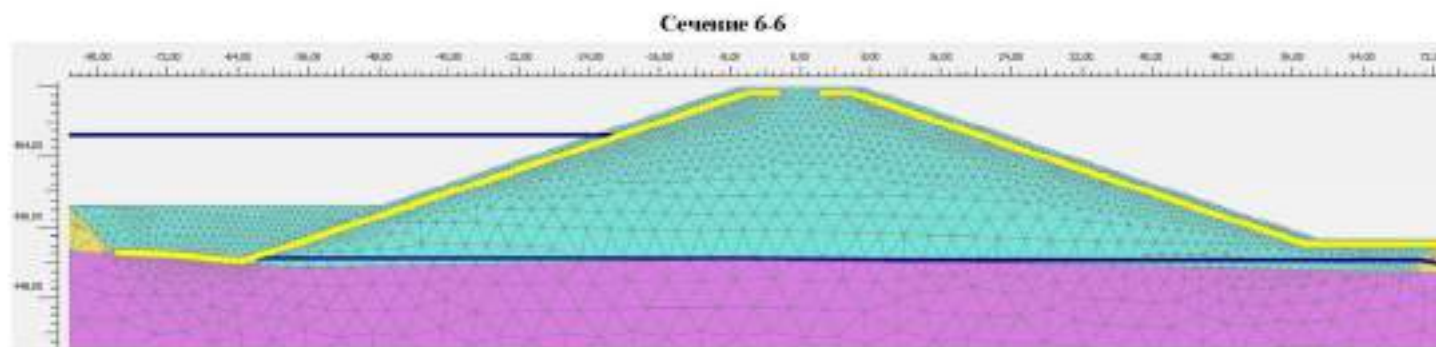


Рисунок В.17 – Вид депрессионной поверхности после заполнения аккумулирующей емкости (сечение 6-6)

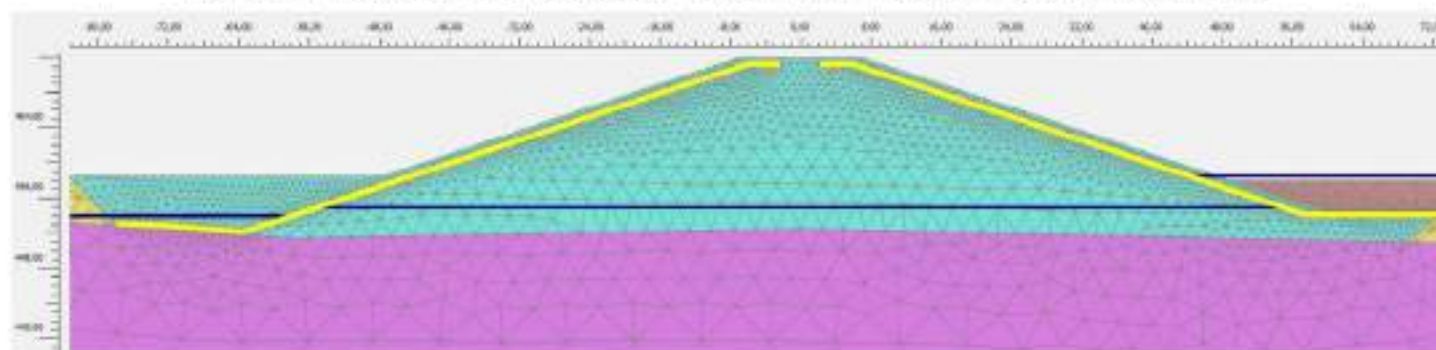


Рисунок В.18 – Вид депрессионной поверхности после заполнения 5-й очереди (сечение 6-6)

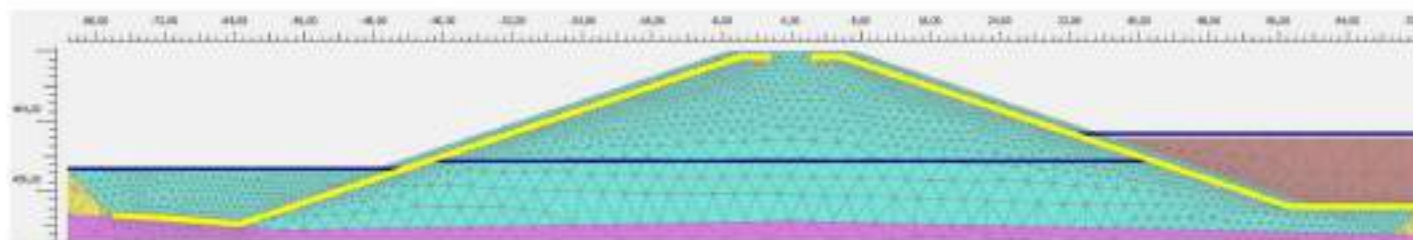


Рисунок В.19 – Вид депрессионной поверхности после наводнения 6-й очереди (сечение 6-6)

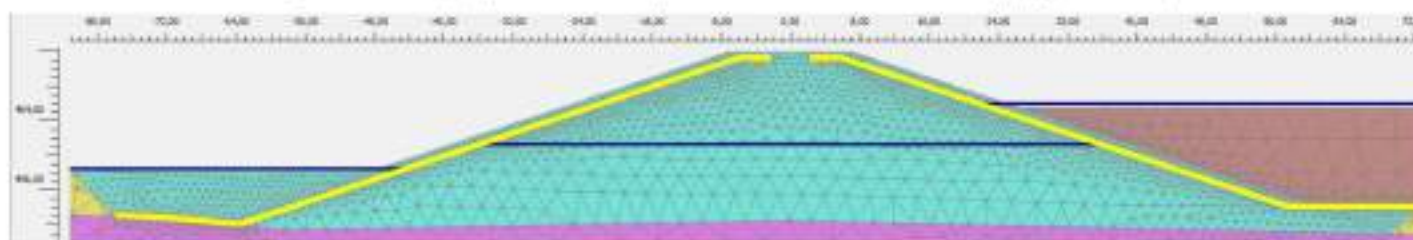


Рисунок В.20 – Вид депрессионной поверхности после наводнения 7-й очереди (сечение 6-6)

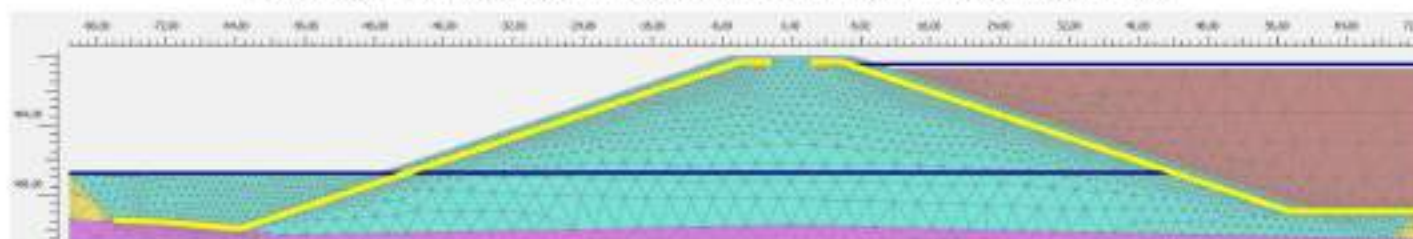


Рисунок В.21 – Вид депрессионной поверхности после наводнения 8-й очереди (сечение 6-6)



Технический отчет по выполнению работы  
«Расчет устойчивости и напряженно-деформированного состояния дамб  
костострановых плотин сульфидной флотации и складирующего  
предмета с учетом фильтрационного режима»

## Приложение Г

### Результаты расчетов напряженного состояния дамб хвостохранилища сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2

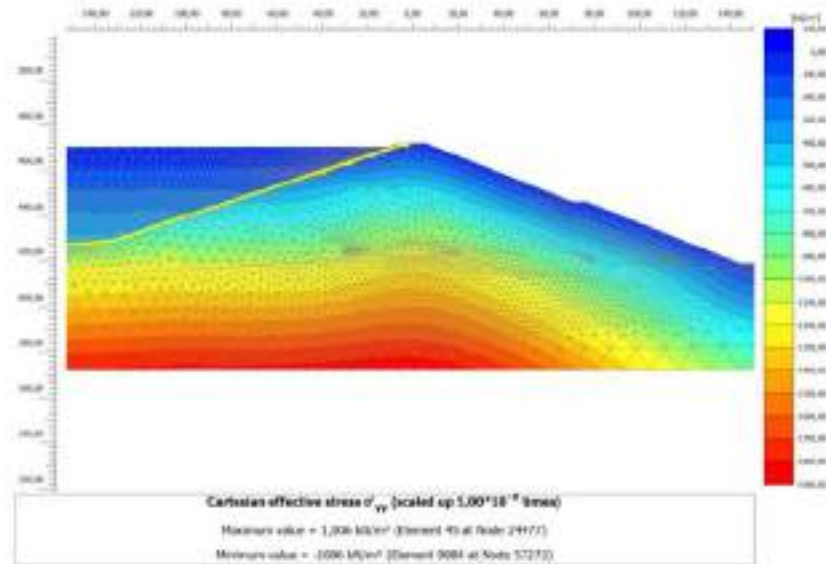


Рисунок Г.1 – Картина распределения расчетных эффективных напряжений  $\sigma_{yy}$  (в кПа) после возведения 8-й очереди (сечение 1-1)

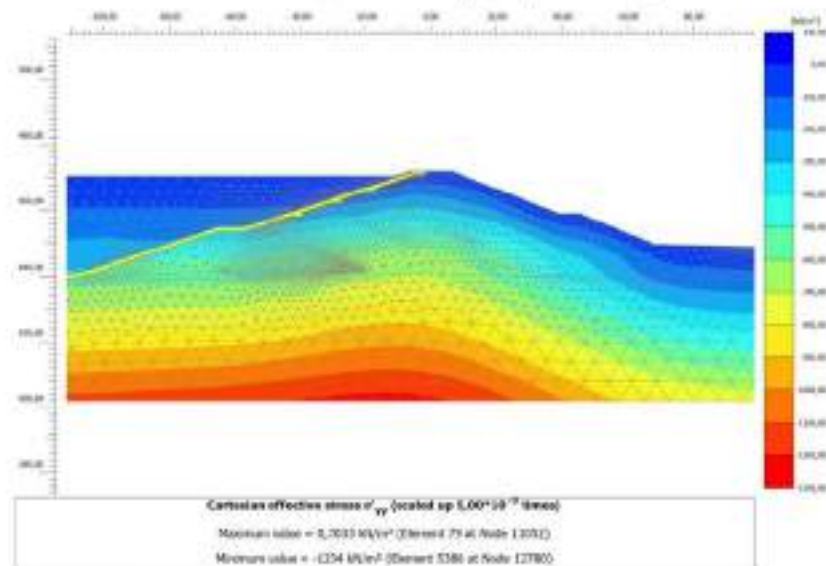


Рисунок Г.2 – Картина распределения расчетных эффективных напряжений  $\sigma_{yy}$  (в кПа) после наполнения 8-й очереди (сечение 2-2)

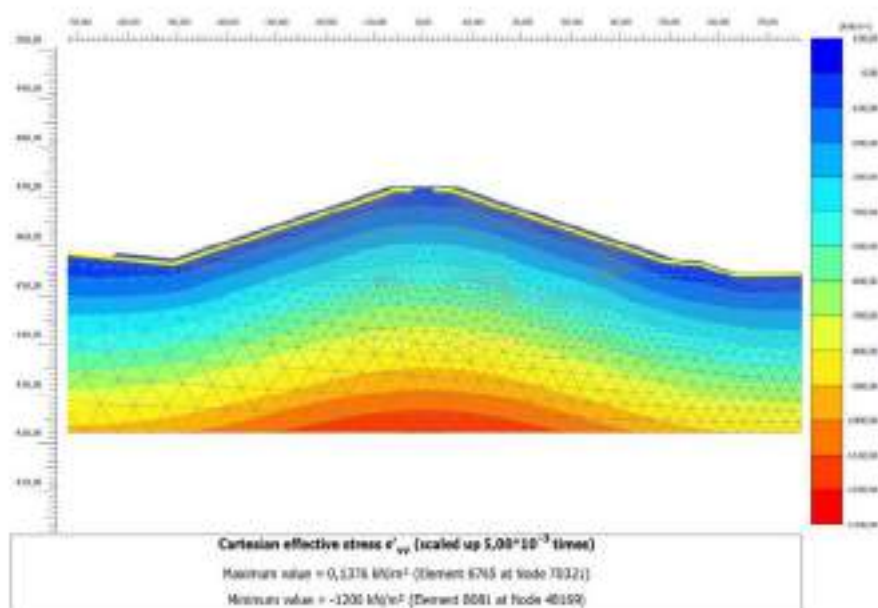


Рисунок Г.3 – Картина распределения расчетных эффективных напряжений  $\sigma_{yy}$  (в кПа) после возведения 5-й очереди (сечение 3-3)

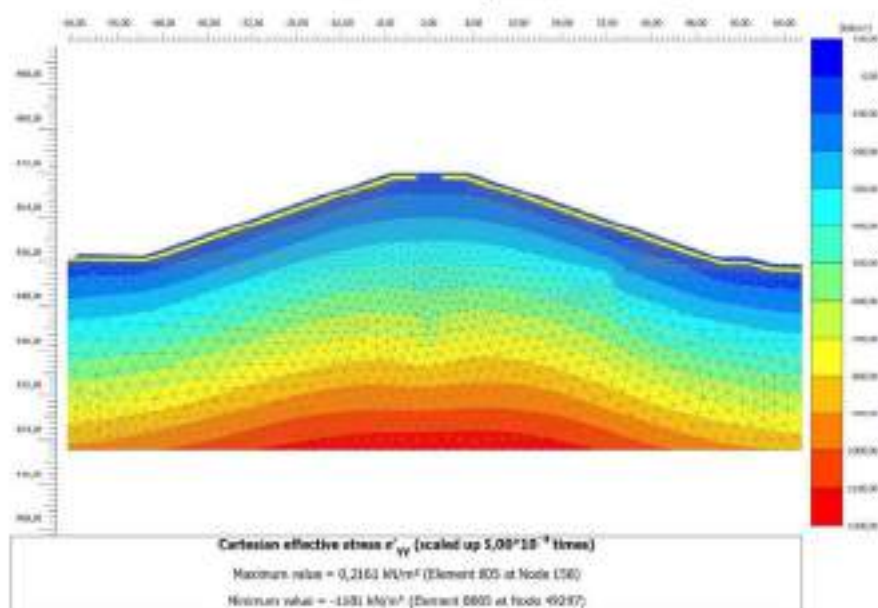


Рисунок Г.4 – Картина распределения расчетных эффективных напряжений  $\sigma_{yy}$  (в кПа) после возведения 5-й очереди (сечение 4-4)



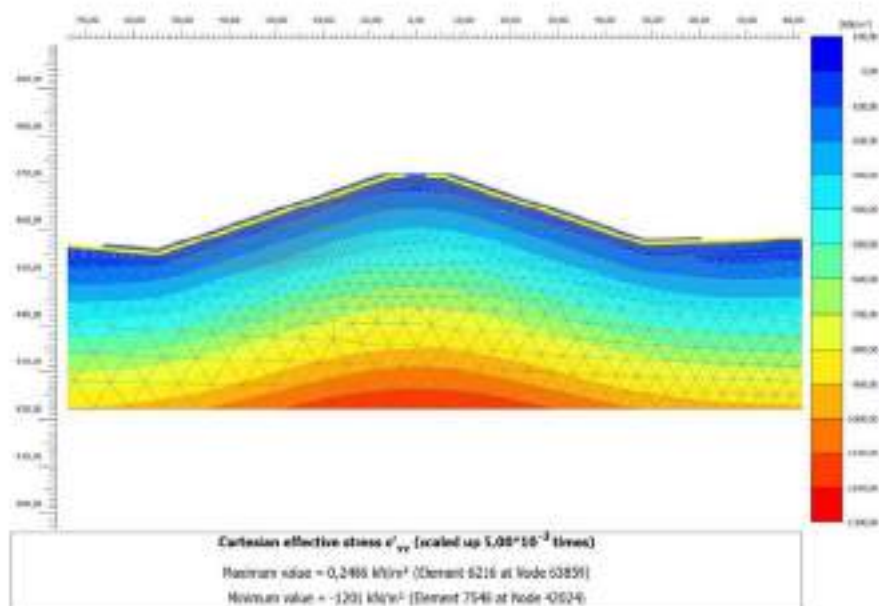


Рисунок Г.5 – Картина распределения расчетных эффективных напряжений  $\sigma_{yy}$  (в кПа) после возведения 5-й очереди (сечение 5-5)

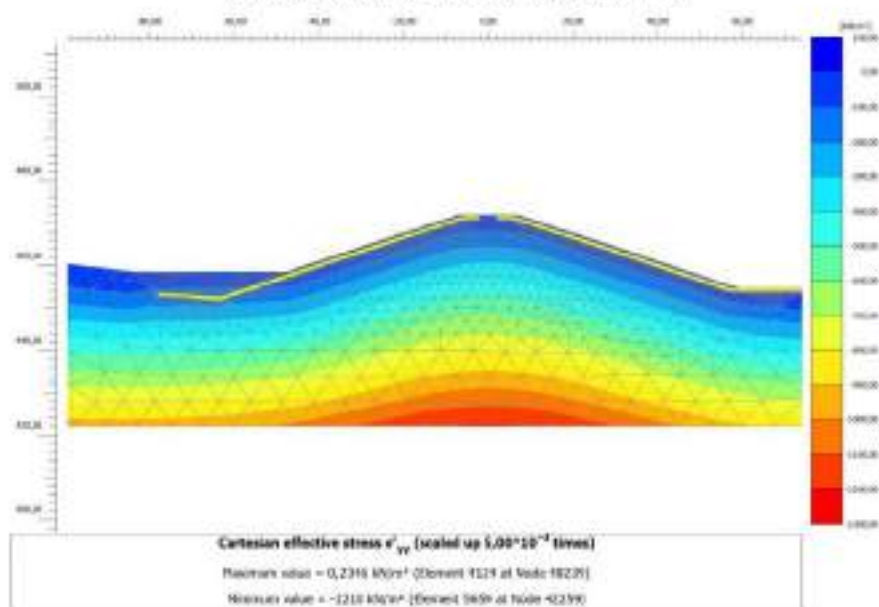


Рисунок Г.6 – Картина распределения расчетных эффективных напряжений  $\sigma_{yy}$  (в кПа) после возведения 5-й очереди (сечение 6-6)



**Приложение Д**  
**Результаты расчетов горизонтальных перемещений дамб хвостохранилища**  
**сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2**

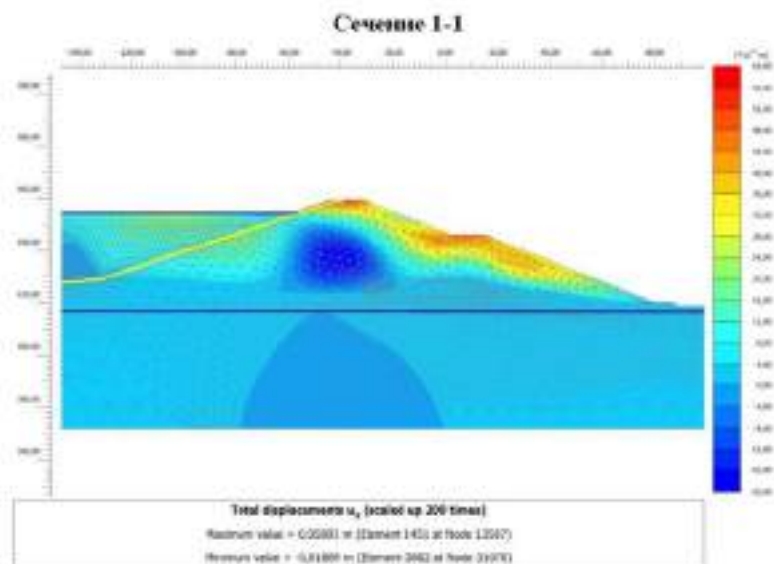


Рисунок Д.1 – Картина распределения горизонтальных перемещений после возведения 5-й очереди (сечение 1-1)

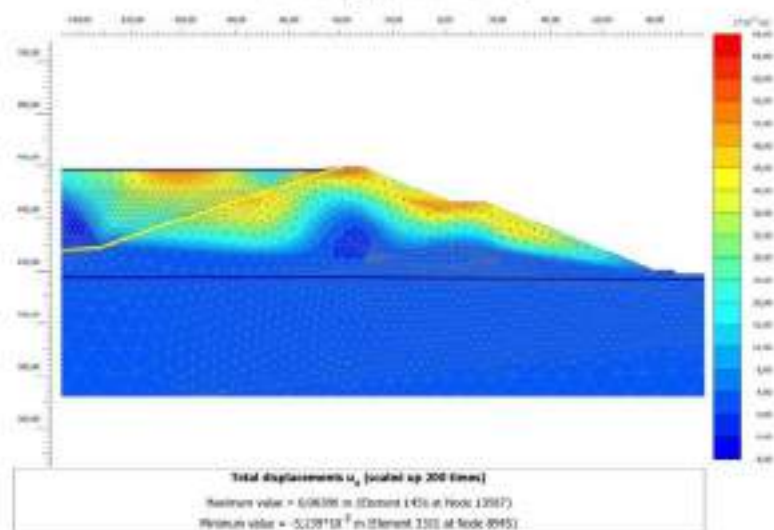


Рисунок Д.2 – Картина распределения горизонтальных перемещений после заполнения 5-й очереди (сечение 1-1)

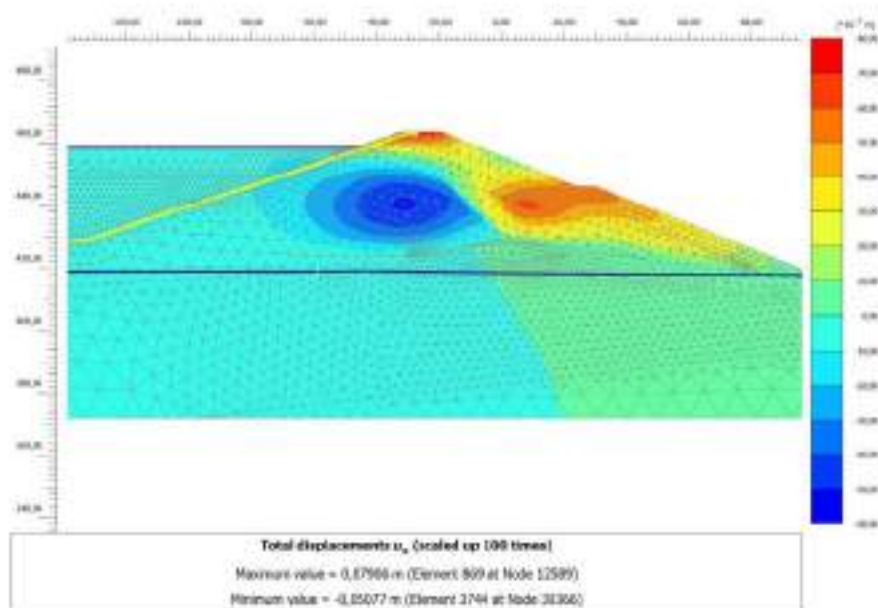


Рисунок Д.3 – Картина распределения горизонтальных перемещений после возведения 6-й очереди (сечение 1-1)

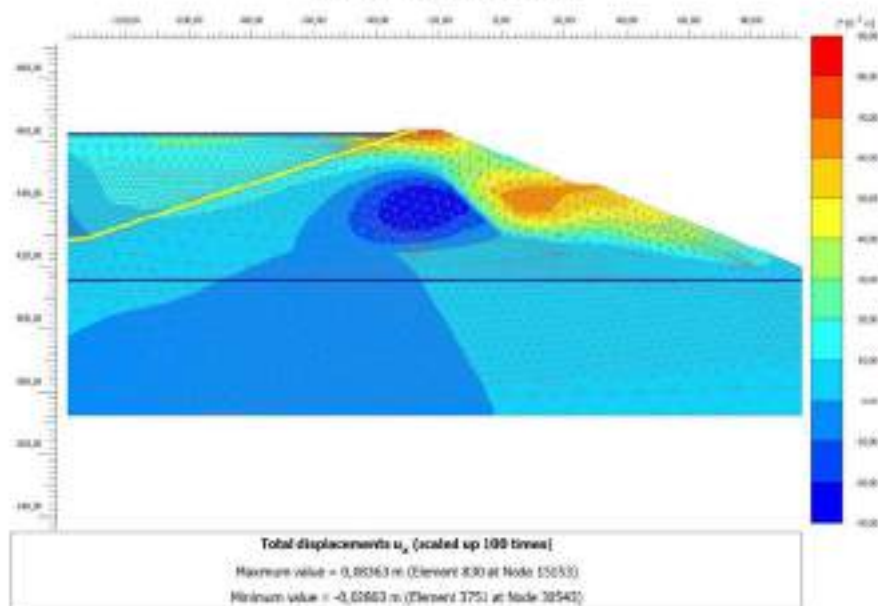


Рисунок Д.4 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 6-й очереди (сечение 1-1)

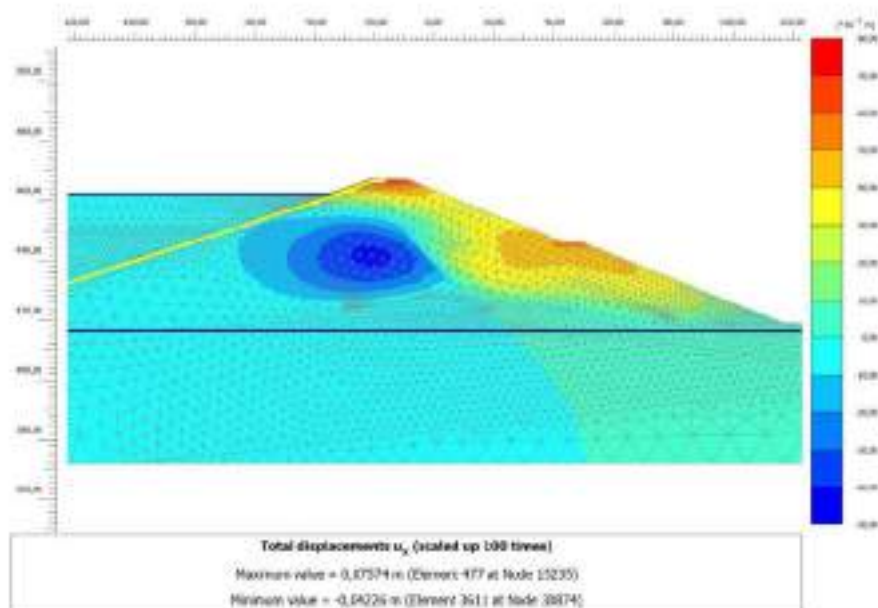


Рисунок Д.5 – Картина распределения горизонтальных перемещений после возведения 7-й очереди (сечение 1-1)

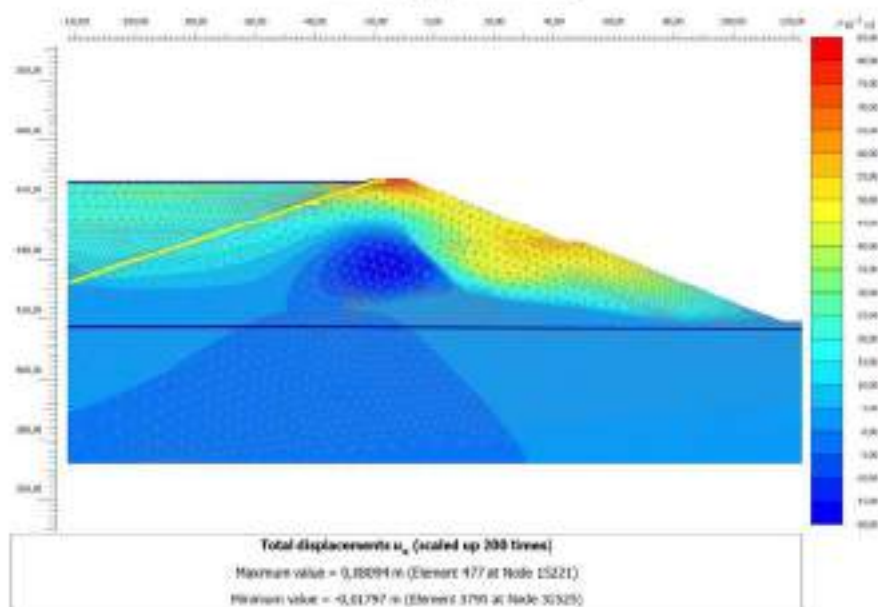


Рисунок Д.6 – Картина распределения горизонтальных перемещений после заполнения 7-й очереди (сечение 1-1)

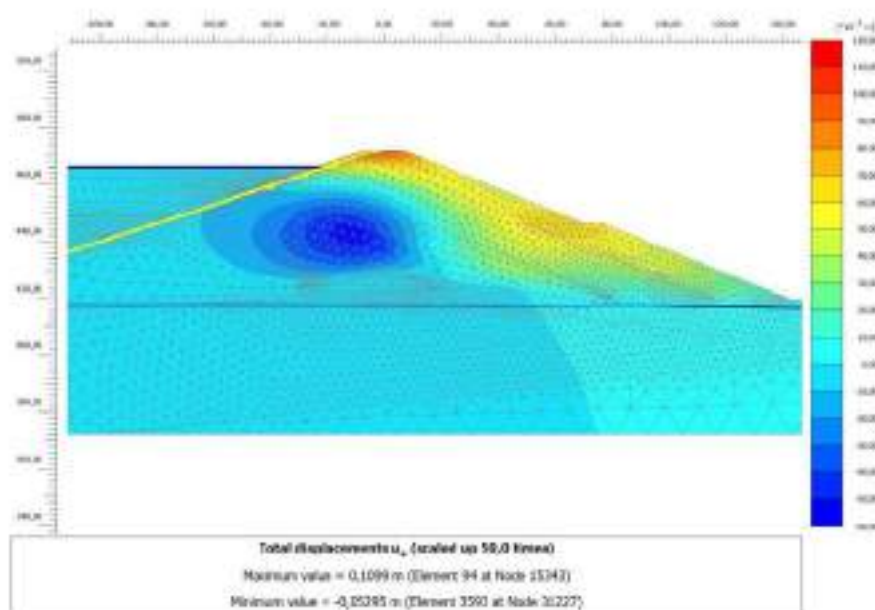


Рисунок Д.7 – Картина распределения горизонтальных перемещений после воздействия 8-й очереди (сечение 1-1)

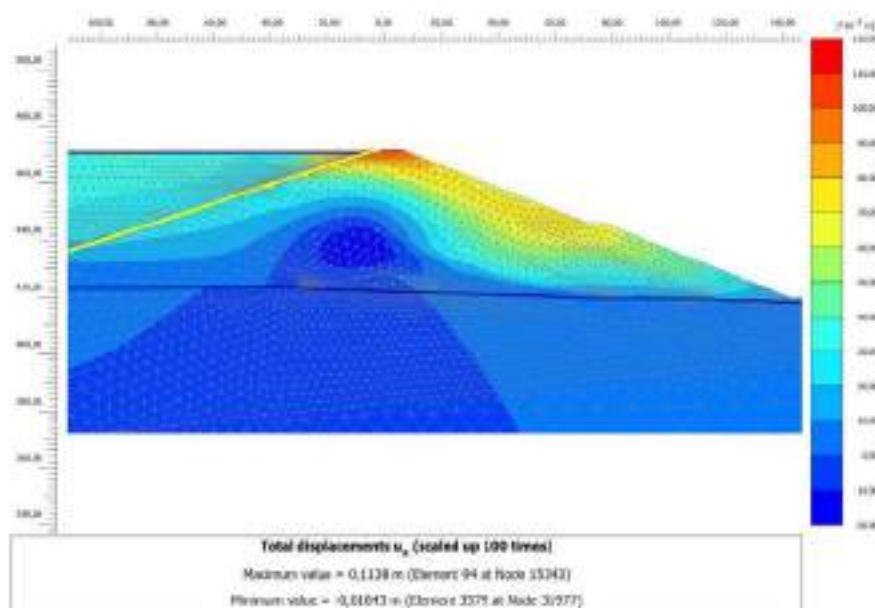


Рисунок Д.8 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 8-й очереди (сечение 1-1)



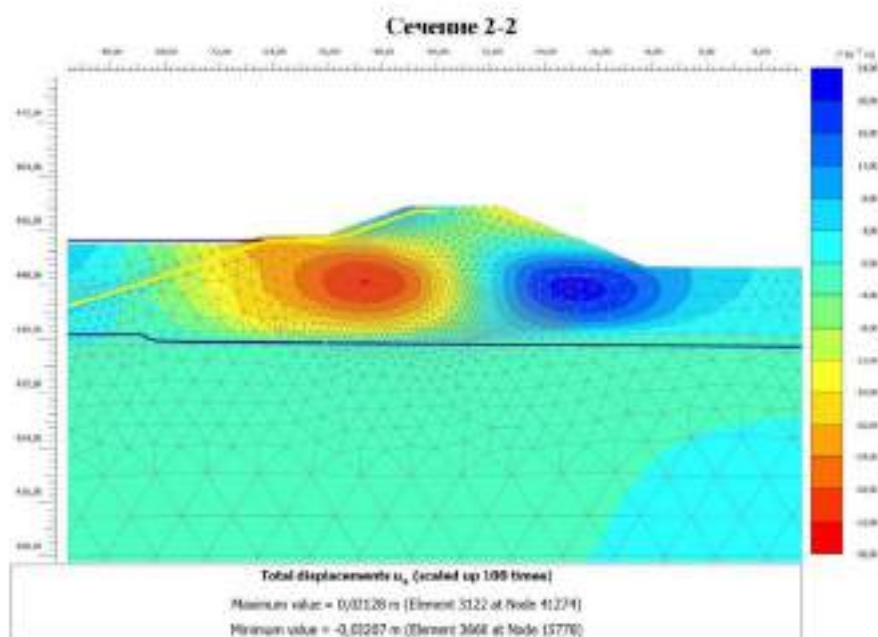


Рисунок Д.9 – Картина распределения горизонтальных перемещений после возведения 5-й очереди (сечение 2-2)

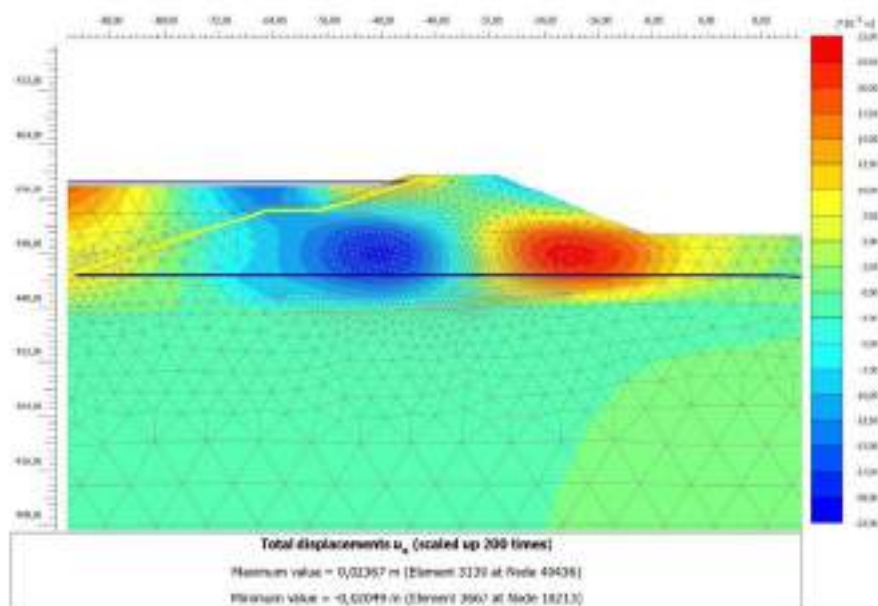


Рисунок Д.10 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 5-й очереди (сечение 2-2)



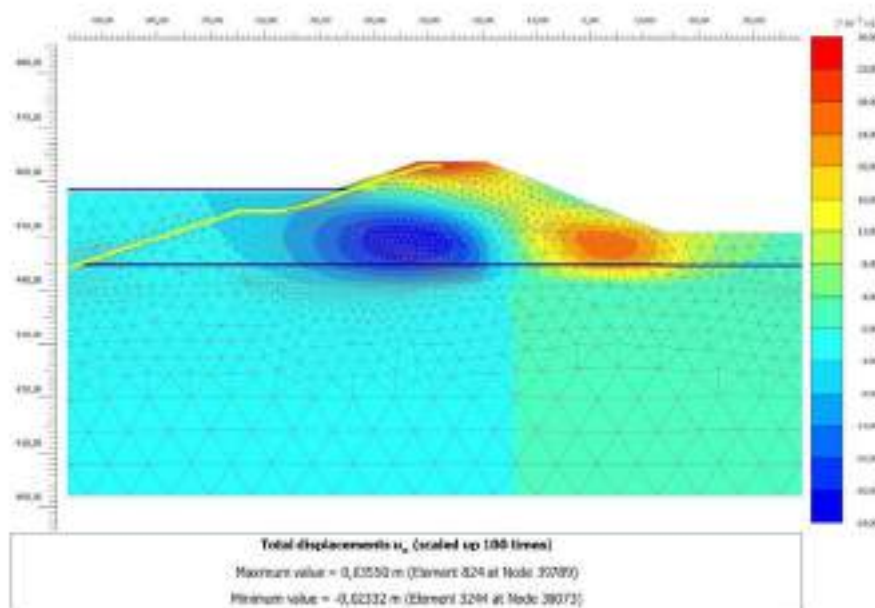


Рисунок Д.11 – Картина распределения горизонтальных перемещений после возведения 6-й очереди (сечение 2-2)

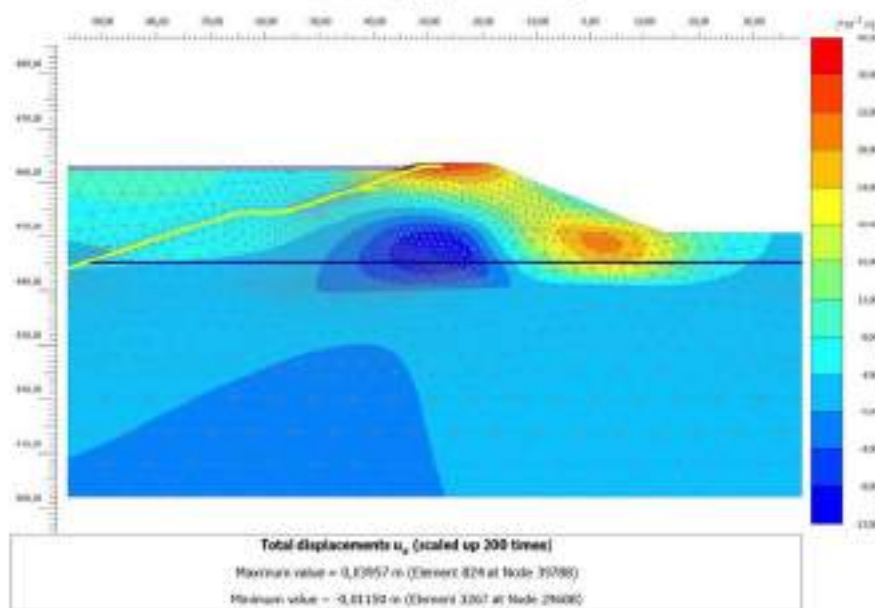


Рисунок Д.12 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 6-й очереди (сечение 2-2)

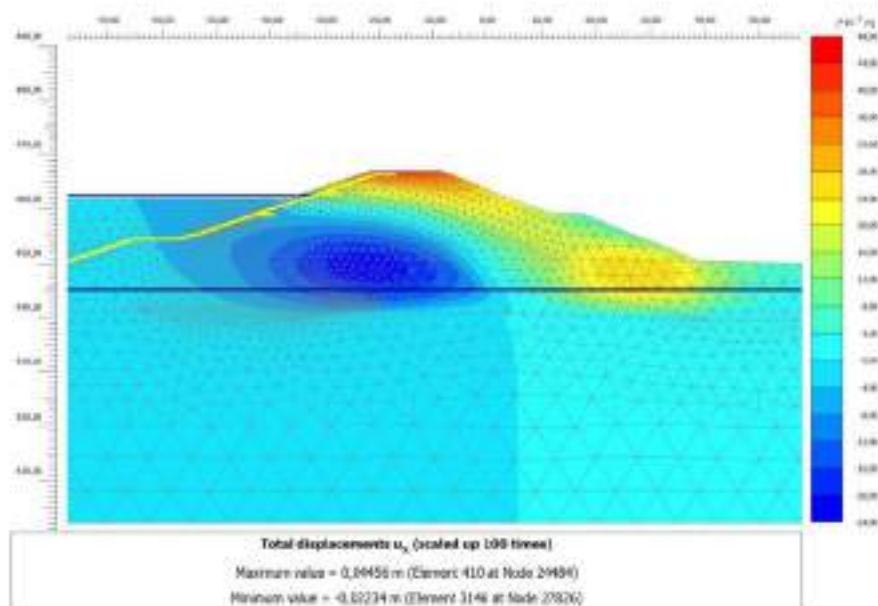


Рисунок Д.13 – Картина распределения горизонтальных перемещений после возведения 7-й очереди (сечение 2-2)

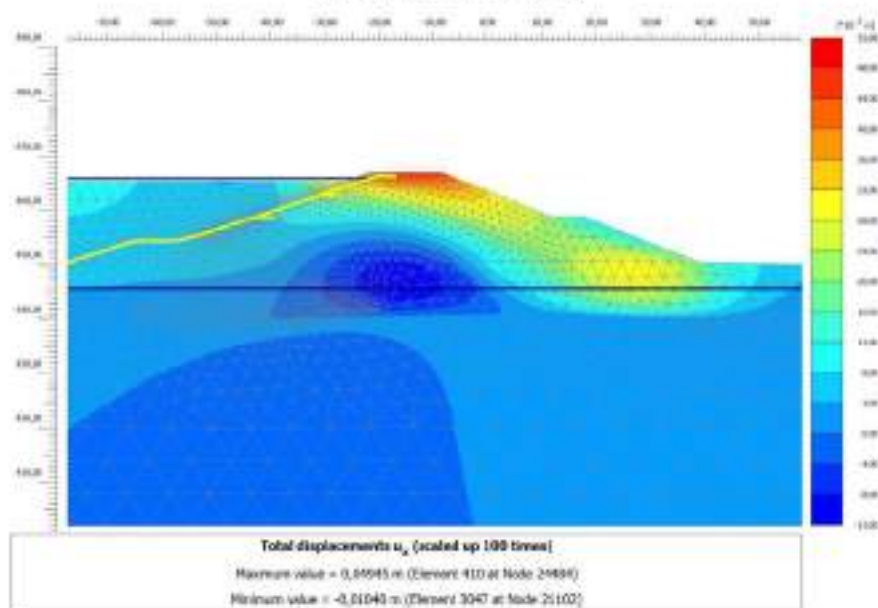


Рисунок Д.14 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 7-й очереди (сечение 2-2)

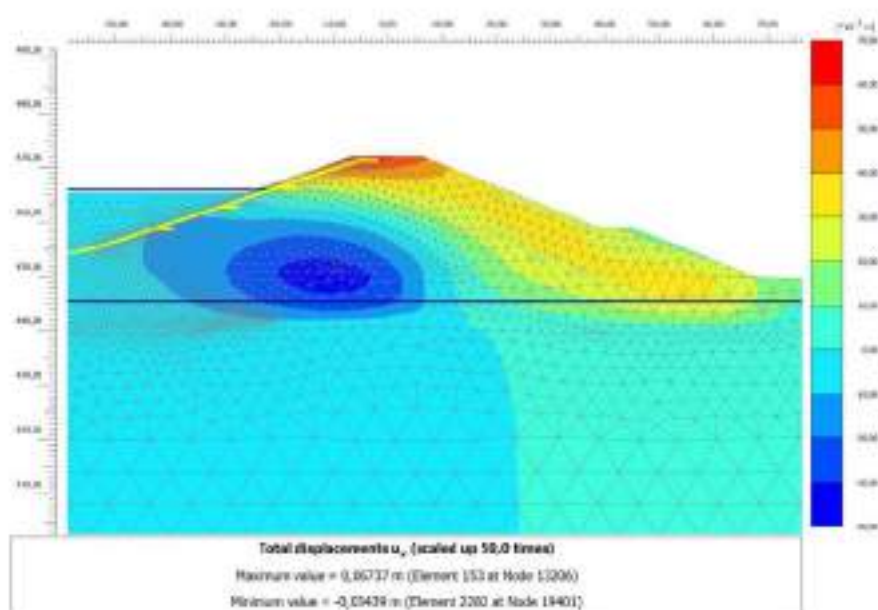


Рисунок Д.15 – Картина распределения горизонтальных перемещений после возведения 8-й очереди (сечение 2-2)

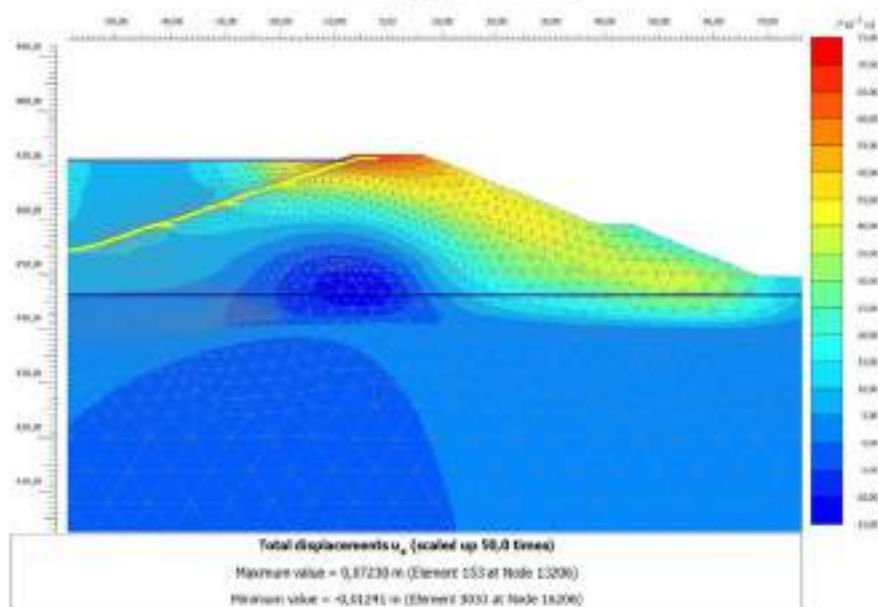


Рисунок Д.16 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 8-й очереди (сечение 2-2)

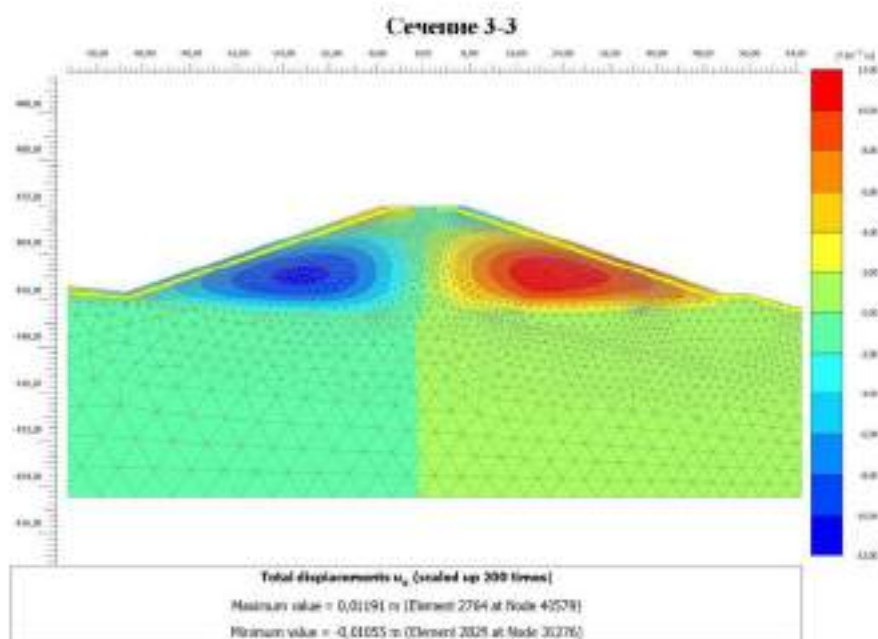


Рисунок Д.17 – Картина распределения горизонтальных перемещений после возведения 5-й очереди (сечение 3-3)

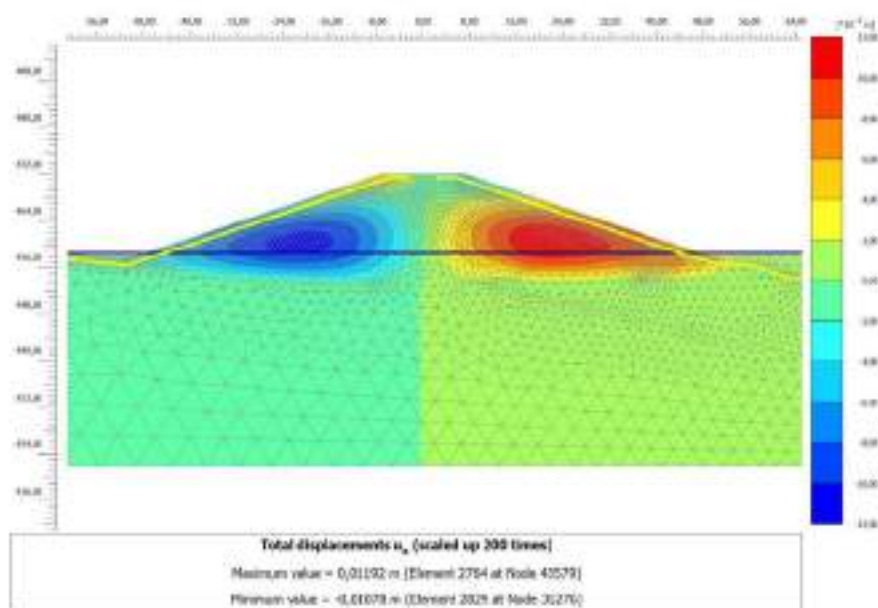


Рисунок Д.18 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 5-й очереди (сечение 3-3)



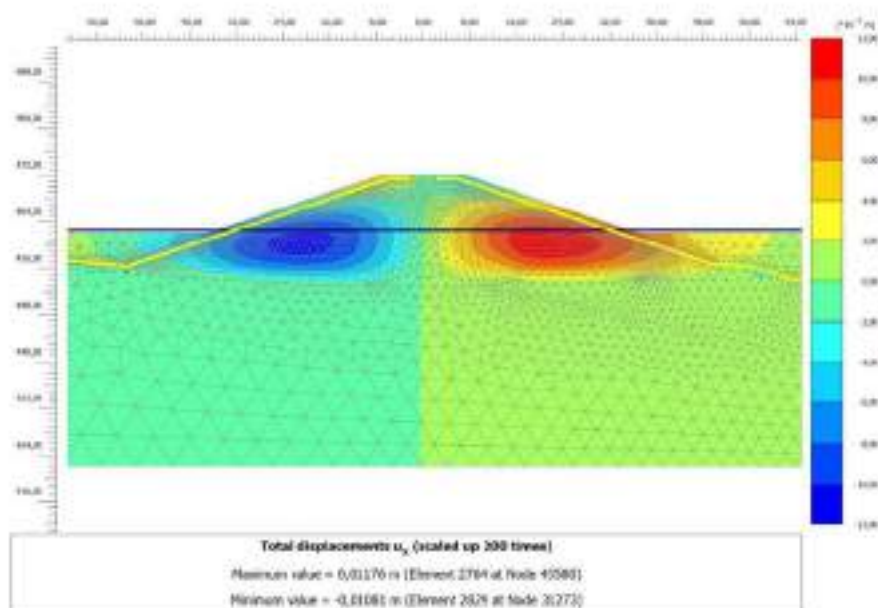


Рисунок Д.19 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 6-й очереди (сечение 3-3)

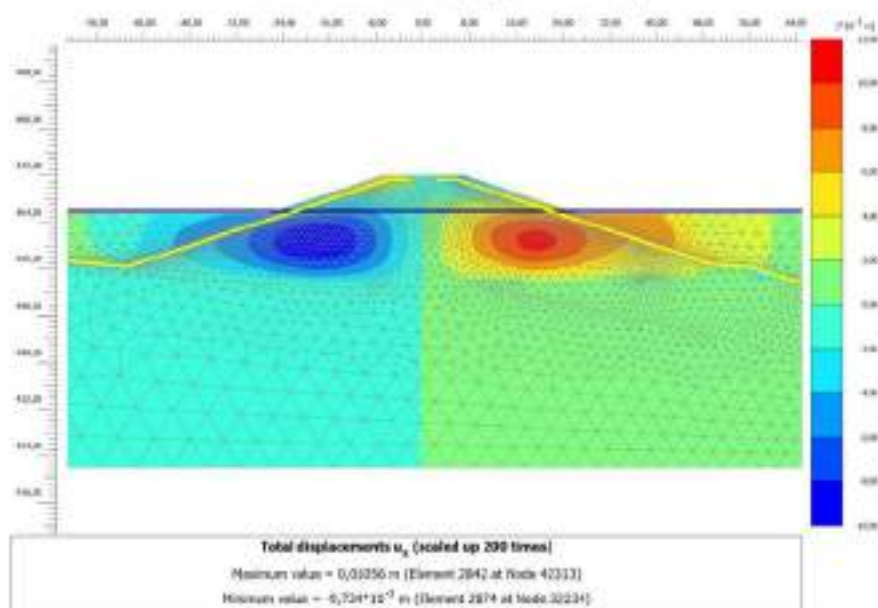


Рисунок Д.20 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 7-й очереди (сечение 3-3)



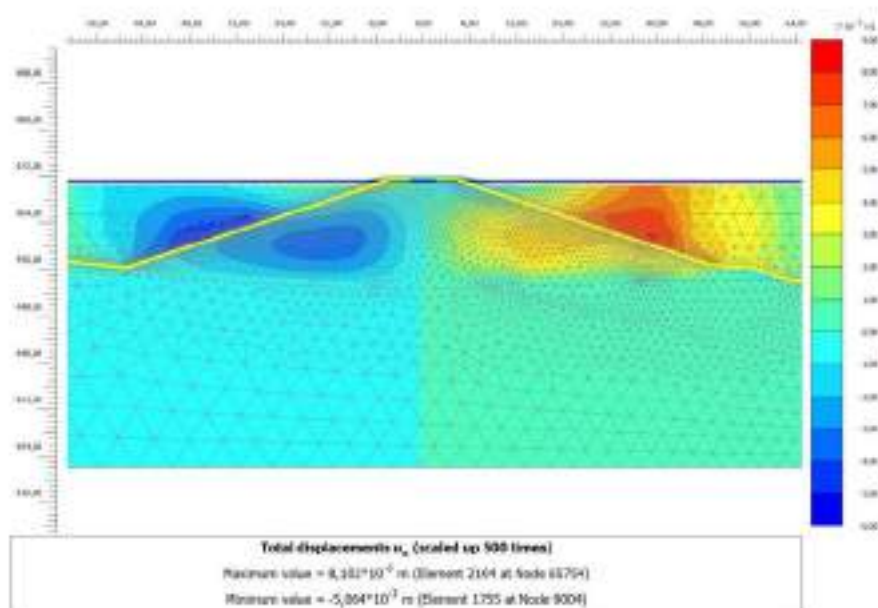


Рисунок Д.21 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 8-й очереди (сечение 3-3)

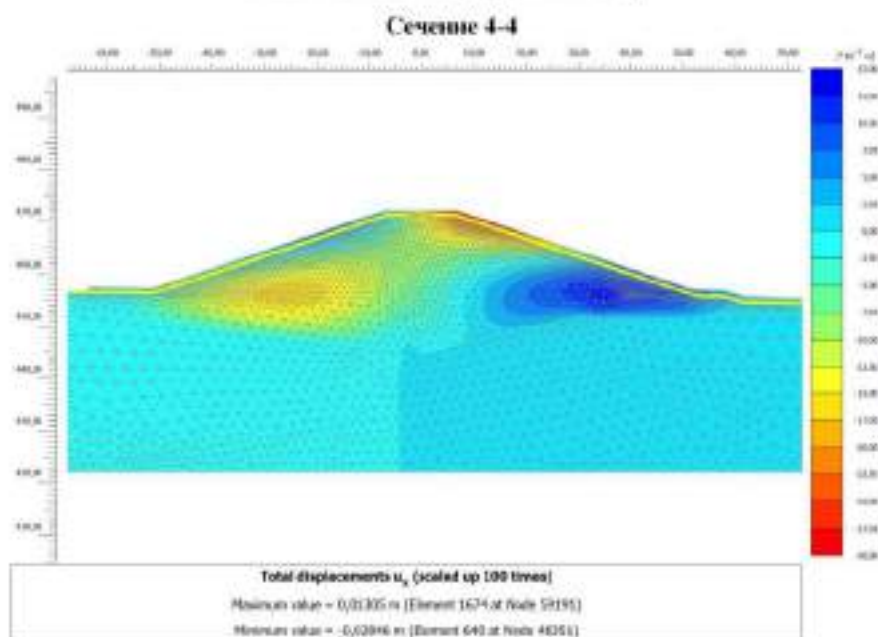


Рисунок Д.22 – Картина распределения горизонтальных перемещений после возведения 5-й очереди (сечение 4-4)

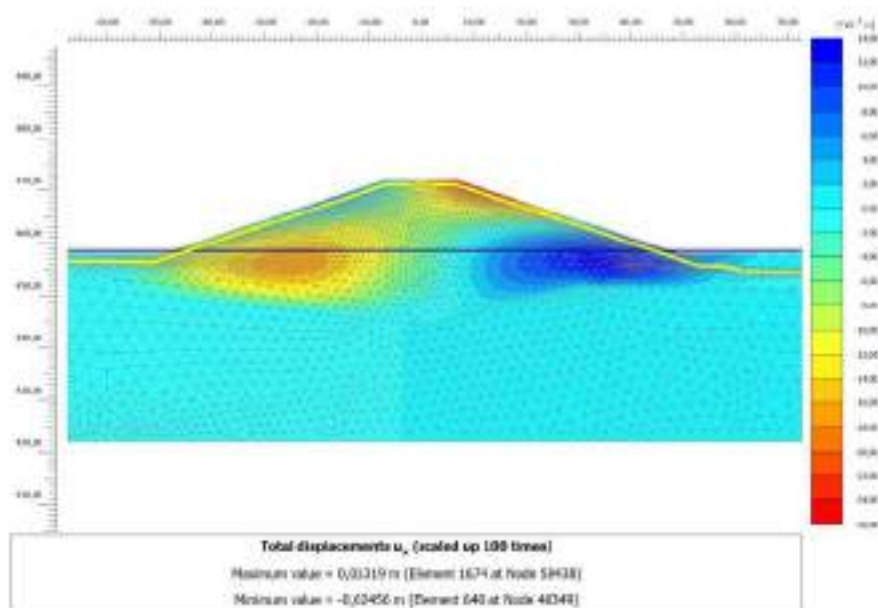


Рисунок Д.23 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 5-й очереди (сечение 4-4)

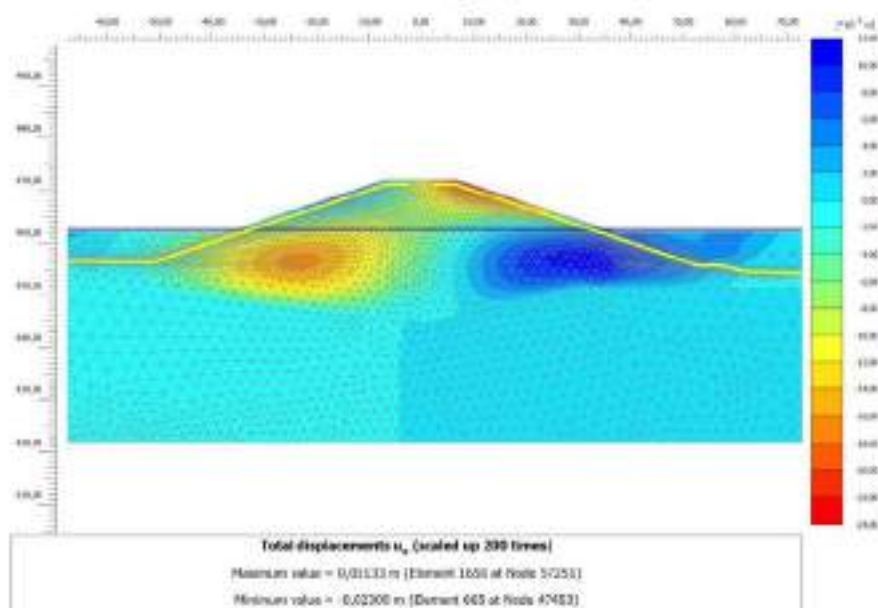


Рисунок Д.24 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 6-й очереди (сечение 4-4)

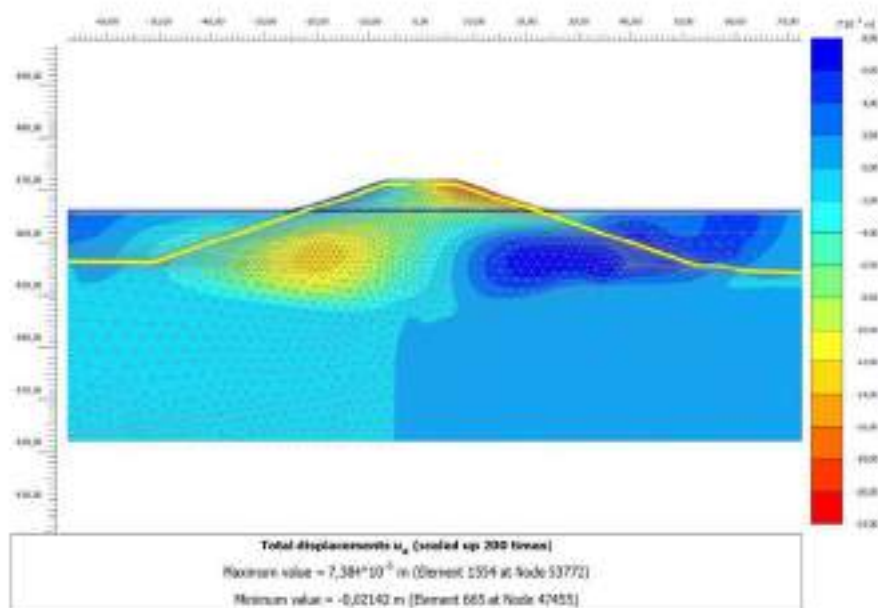


Рисунок Д.25 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 7-й очереди (сечение 4-4)

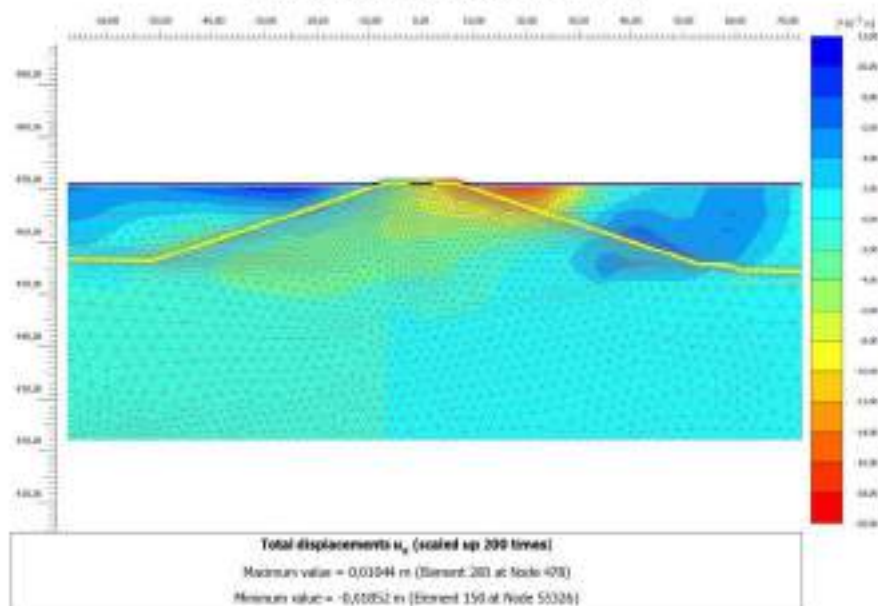


Рисунок Д.26 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 8-й очереди (сечение 4-4)

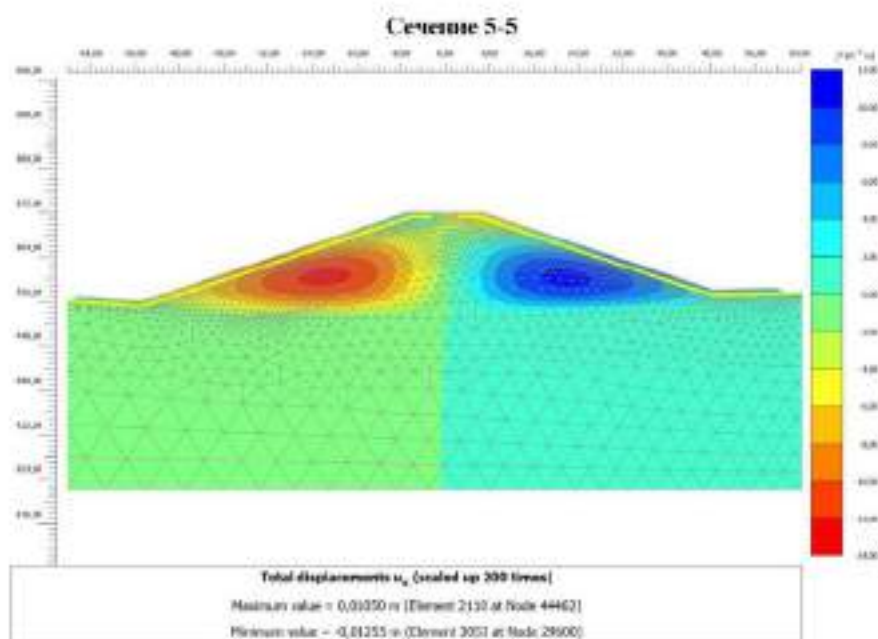


Рисунок Д.27 – Картина распределения горизонтальных перемещений после возведения 5-й очереди (сечение 5-5)

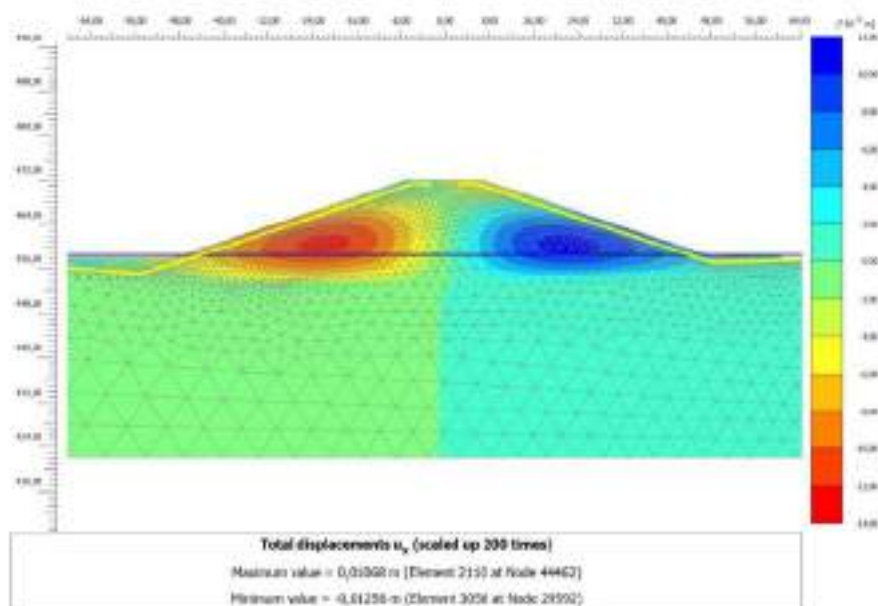


Рисунок Д.28 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 5-й очереди (сечение 5-5)



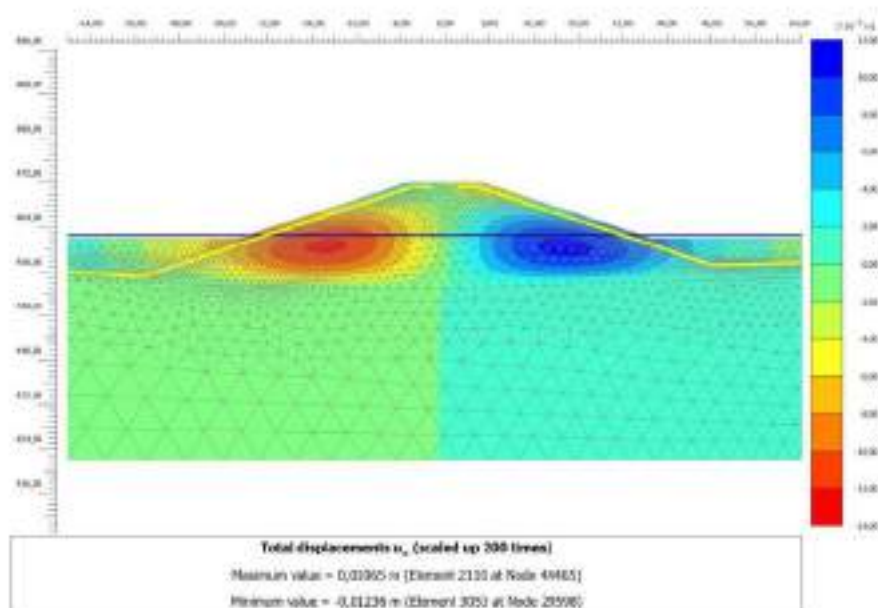


Рисунок Д.29 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 6-й очереди (сечение 5-5)

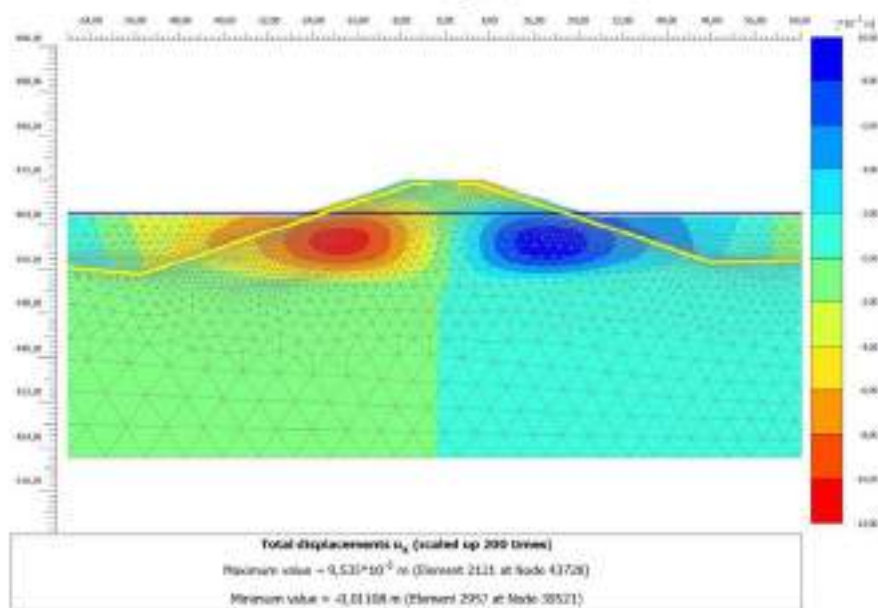


Рисунок Д.30 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 7-й очереди (сечение 5-5)



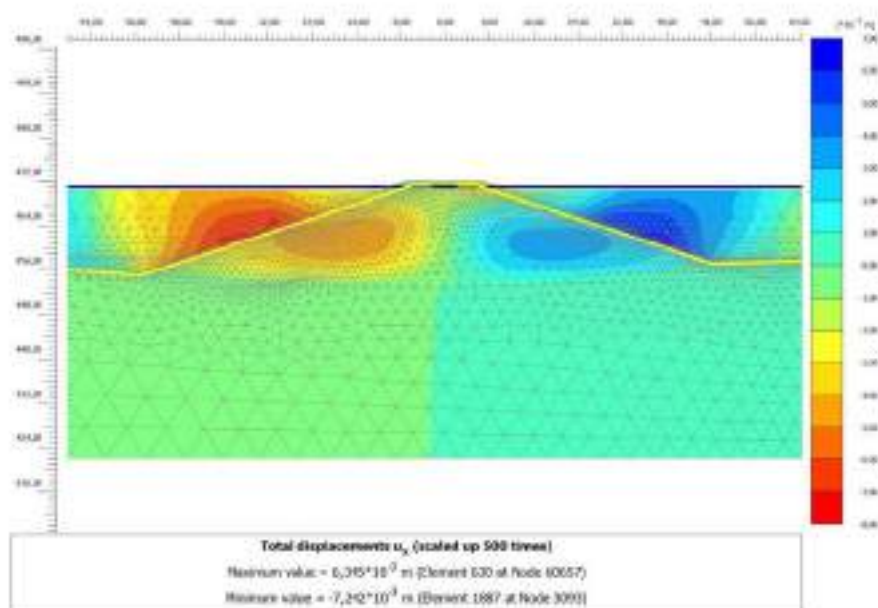


Рисунок Д.31 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 8-й очереди (сечение 5-5)

#### Сечение 6-6

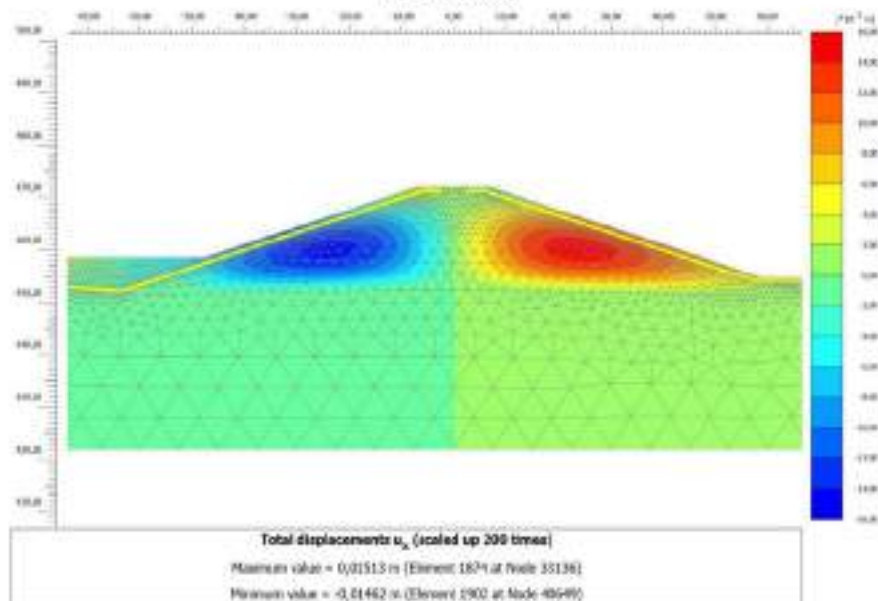


Рисунок Д.32 – Картина распределения горизонтальных перемещений после возведения 5-й очереди (сечение 6-6)

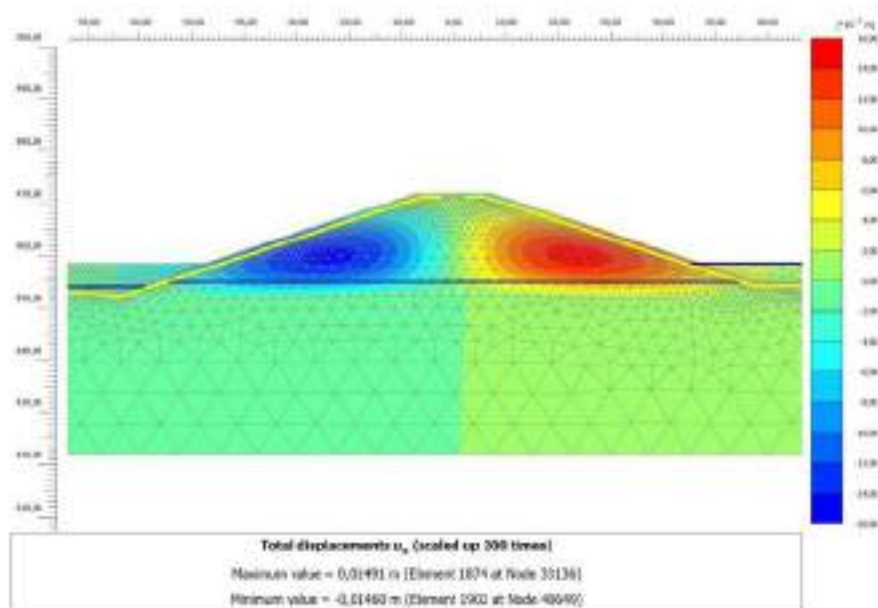


Рисунок Д.33 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 5-й очереди (сечение 6-6)

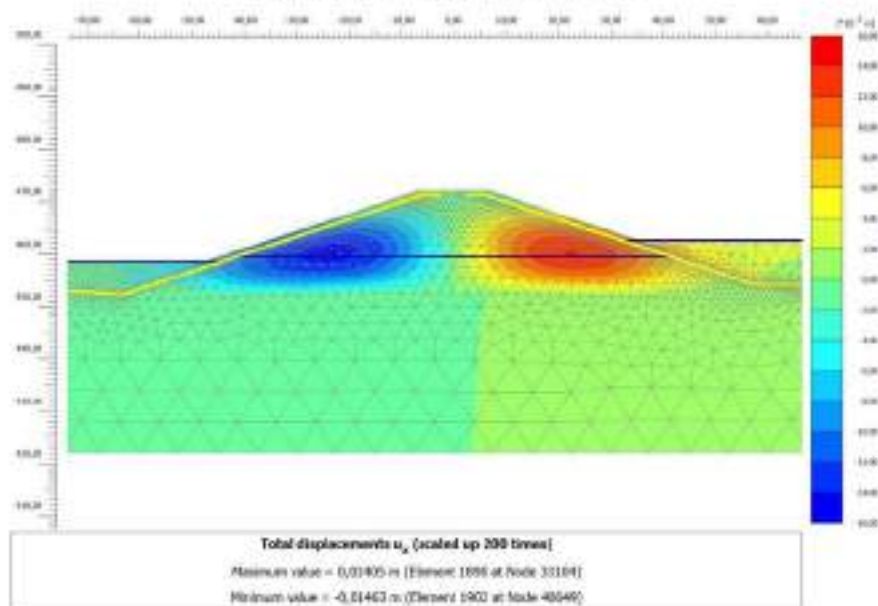


Рисунок Д.34 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 6-й очереди (сечение 6-6)

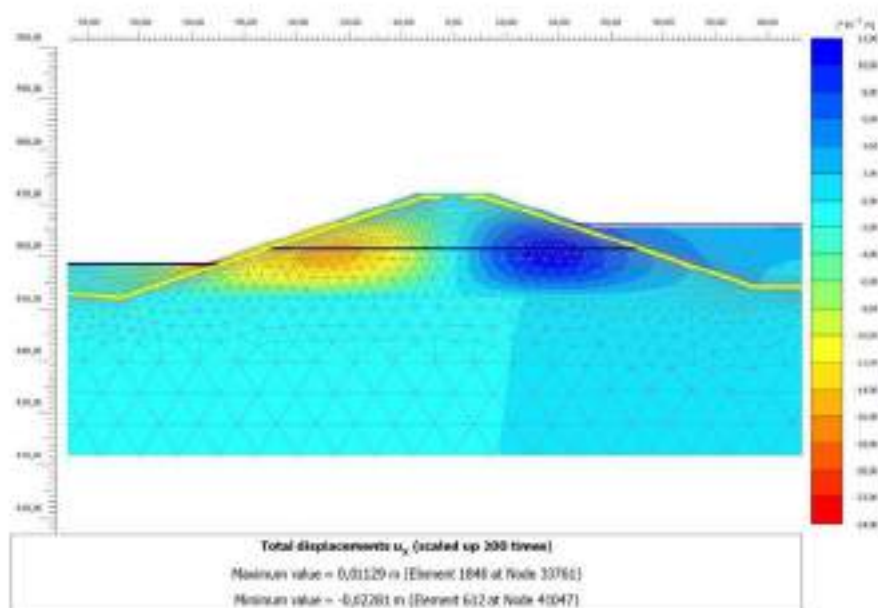


Рисунок Д.35 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 7-й очереди (сечение 6-6)

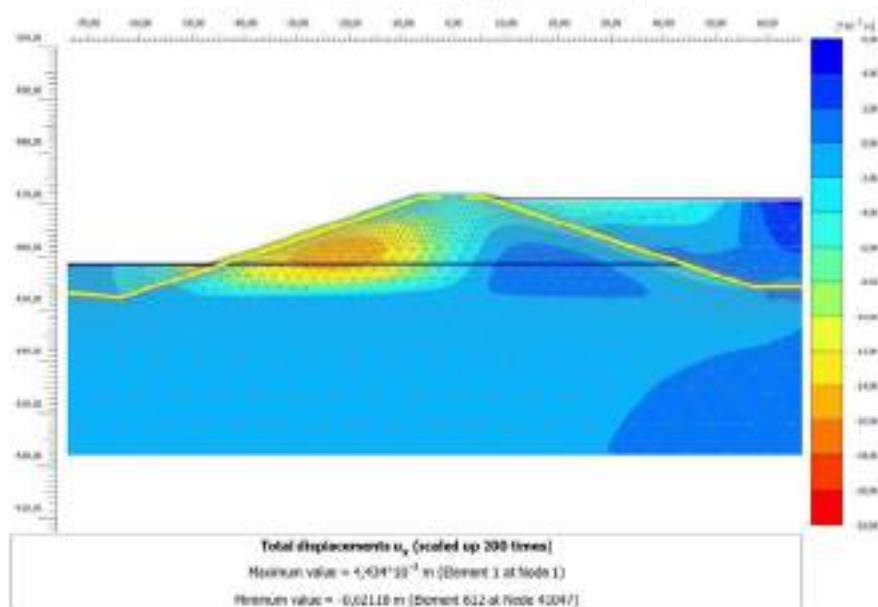


Рисунок Д.36 – Картина распределения горизонтальных перемещений после наполнения 8-й очереди (сечение 6-6)

**Приложение Е**  
**Результаты расчетов осадок дамб хвостохранилища сульфидной флотации**  
**и склада углеродного продукта № 2**

**Сечение 1-1**

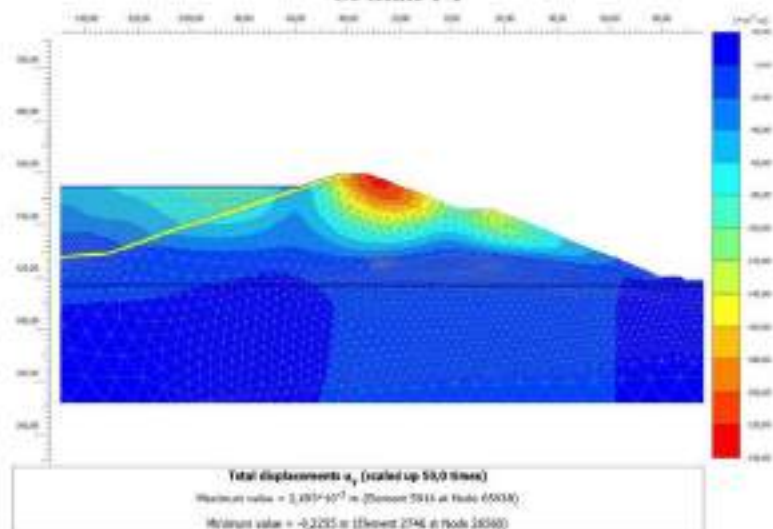


Рисунок Е.1 – Картина распределения осадок после возведения 5-й очереди  
(сечение 1-1)

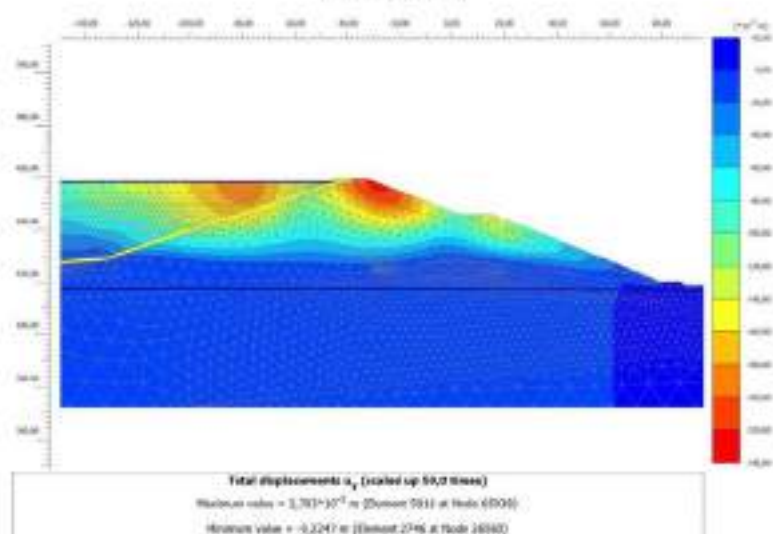


Рисунок Е.2 – Картина распределения осадок после наполнения 5-й очереди  
(сечение 1-1)



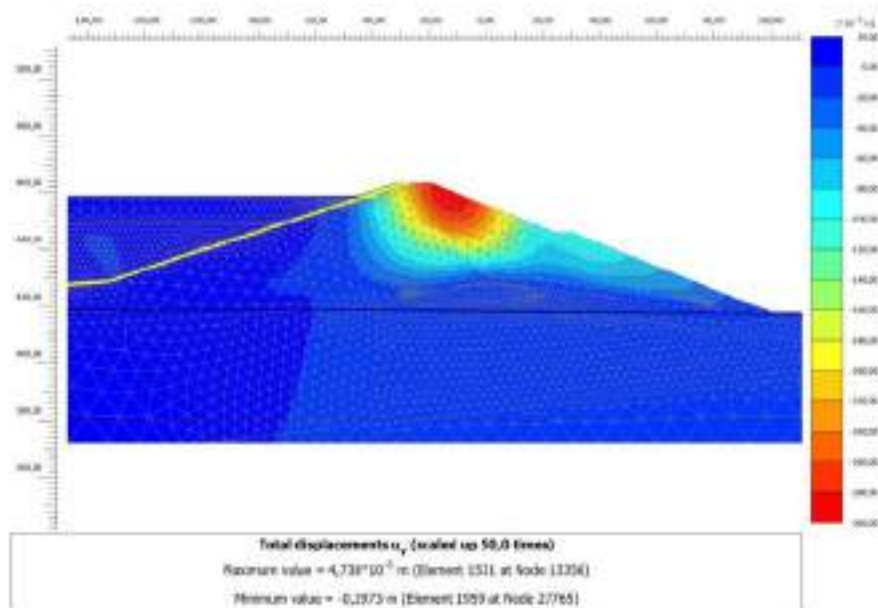


Рисунок Е.3 – Картина распределения осадок после возведения 6-й очереди (сечение 1-1)

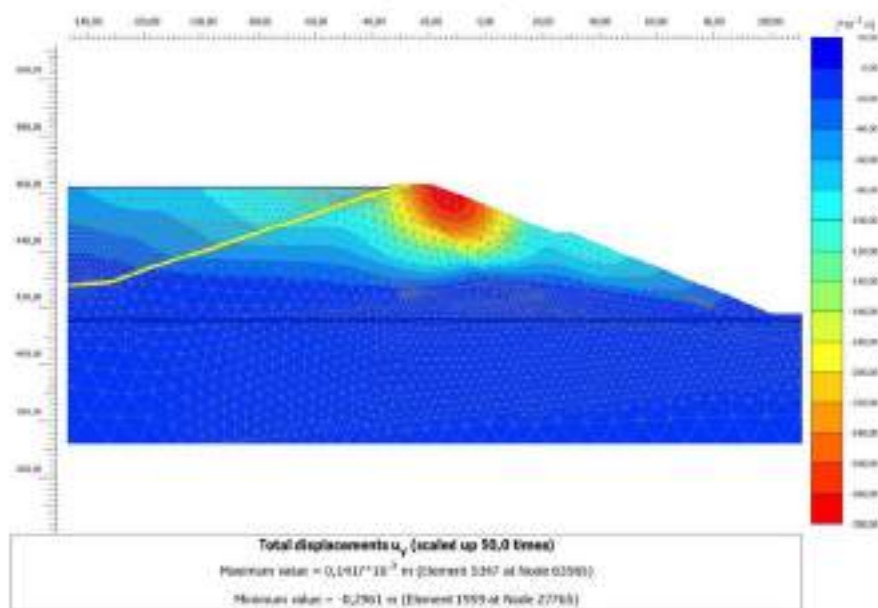


Рисунок Е.4 – Картина распределения осадок после наполнения 6-й очереди (сечение 1-1)



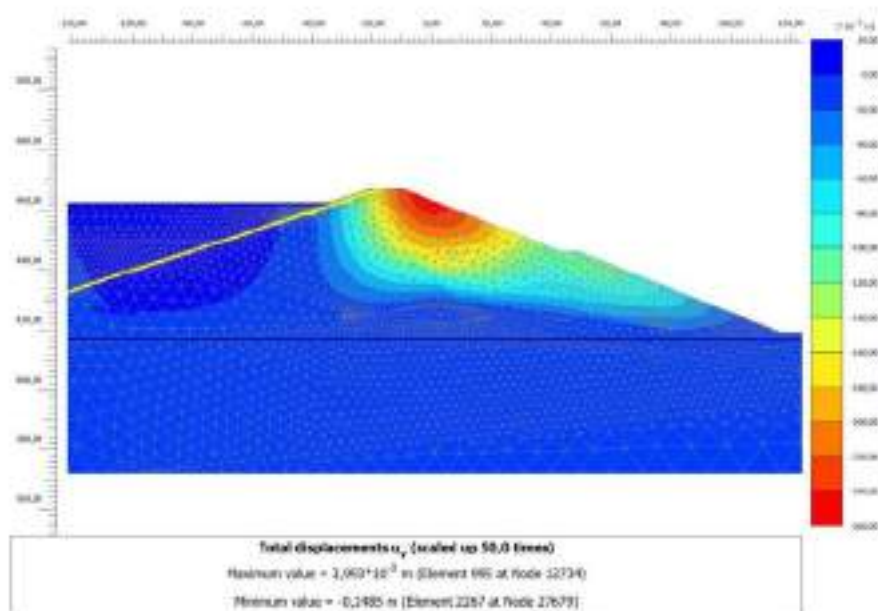


Рисунок E.5 – Картина распределения осадок после возведения 7-й очереди (сечение 1-1)

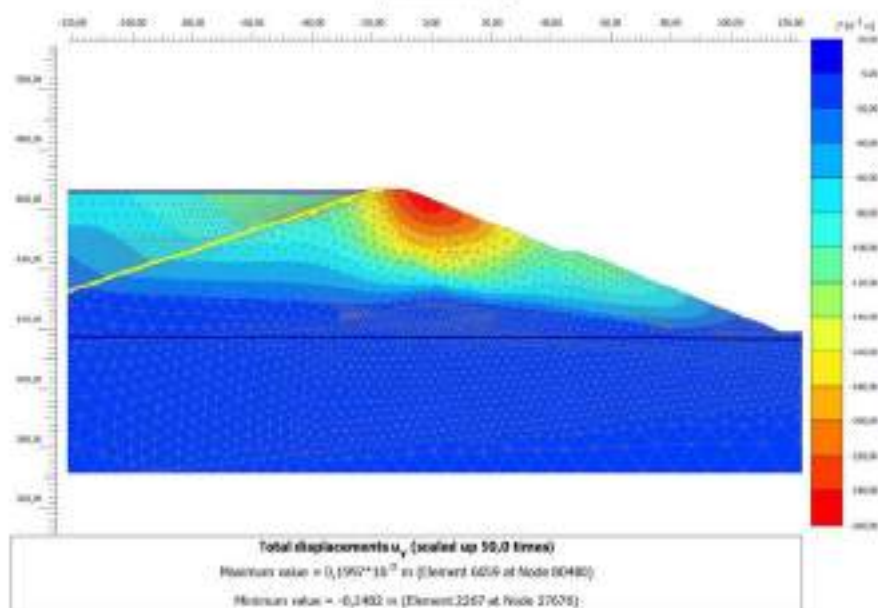


Рисунок E.6 – Картина распределения осадок после наполнения 7-й очереди (сечение 1-1)

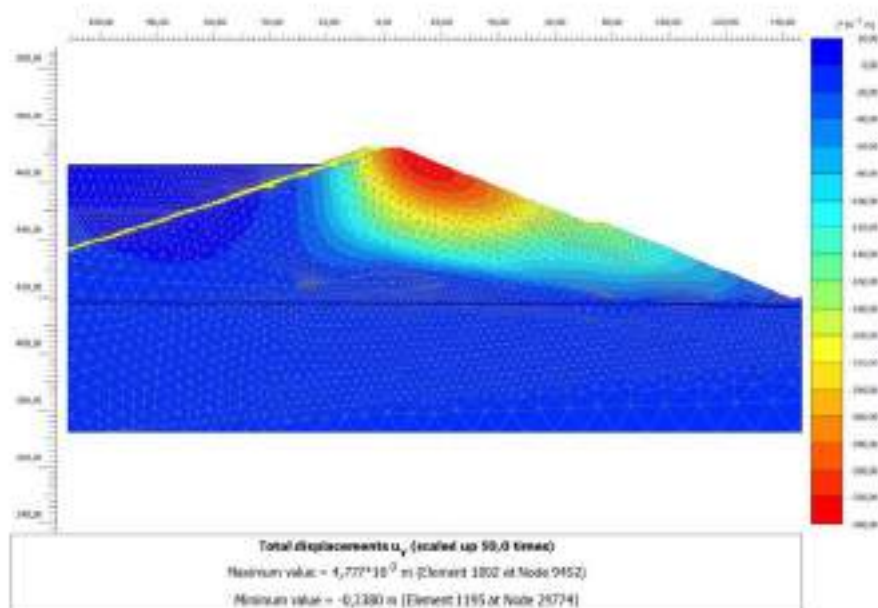


Рисунок E.7 – Картина распределения осадок после возведения 8-й очереди (сечение 1-1)

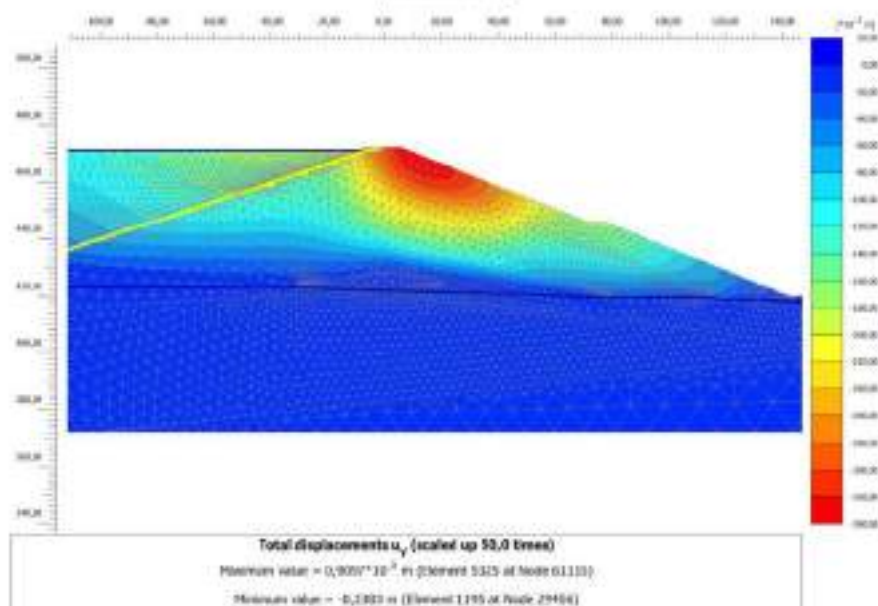


Рисунок E.8 – Картина распределения осадок после наполнения 8-й очереди (сечение 1-1)

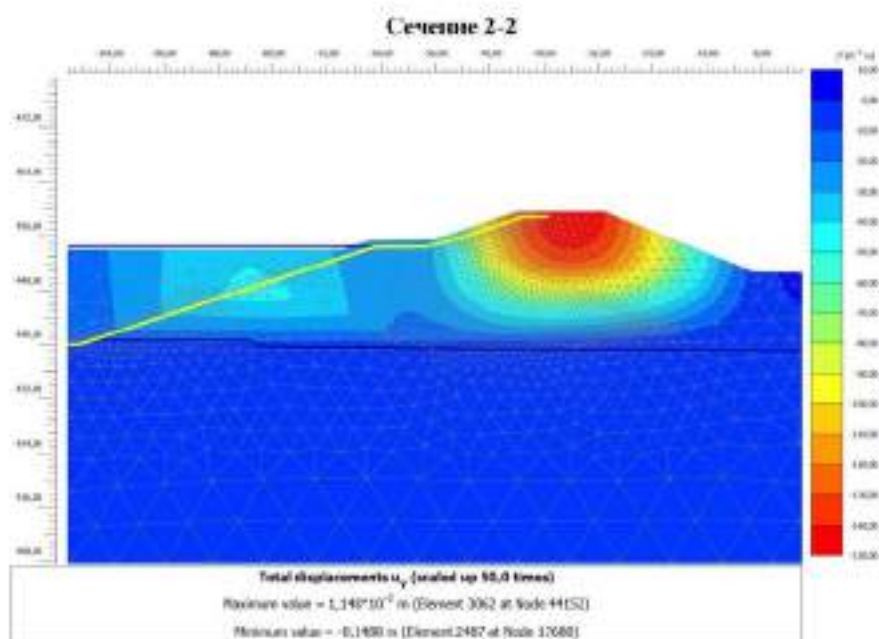


Рисунок Е.9 – Картина распределения осадок после возведения 5-й очереди (сечение 2-2)

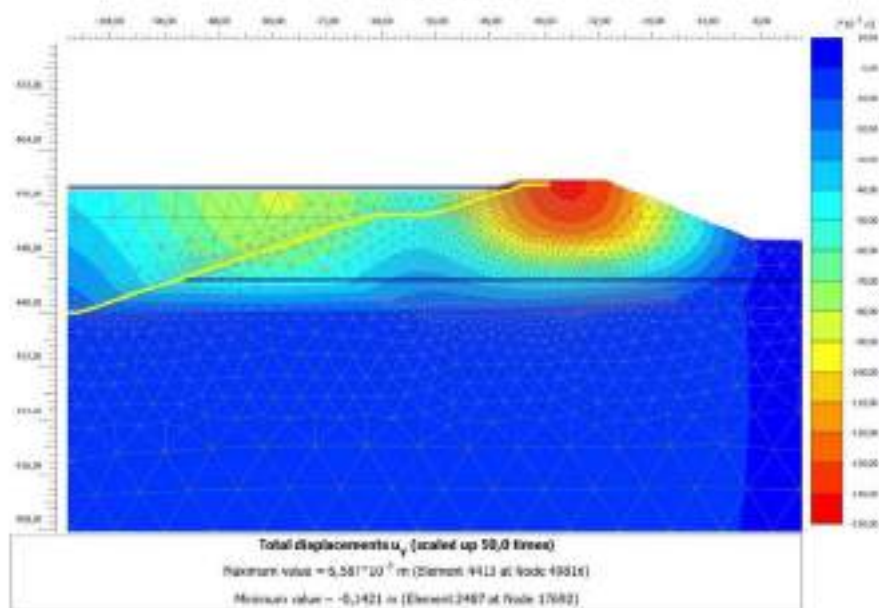


Рисунок Е.10 – Картина распределения осадок после наполнения 5-й очереди (сечение 2-2)

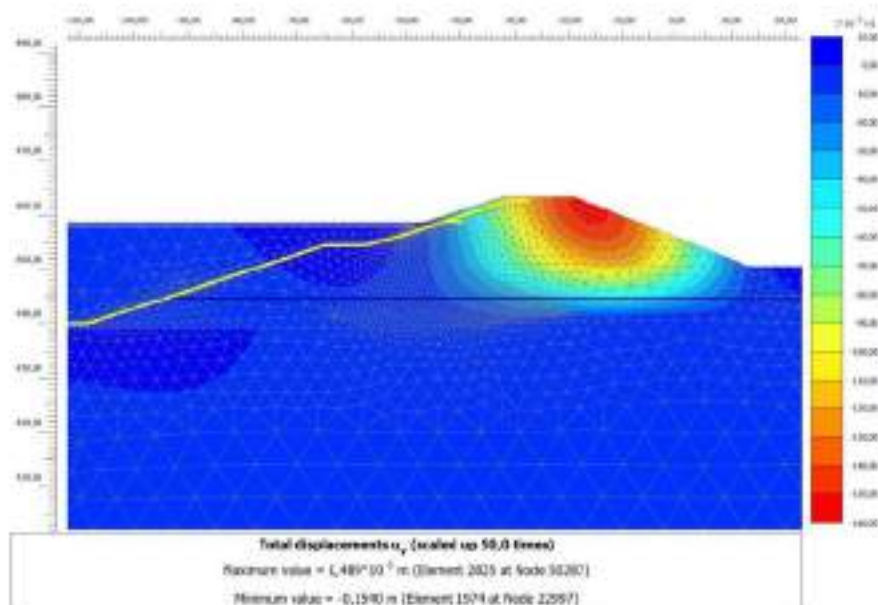


Рисунок Е.11 – Картина распределения осадок после возведения 6-й очереди (сечение 2-2)

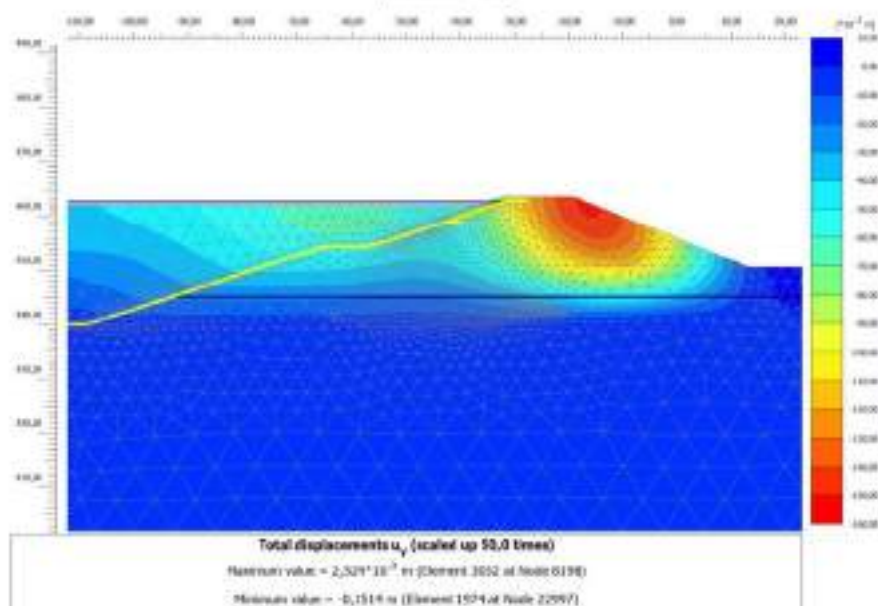


Рисунок Е.12 – Картина распределения осадок после заполнения 6-й очереди (сечение 2-2)



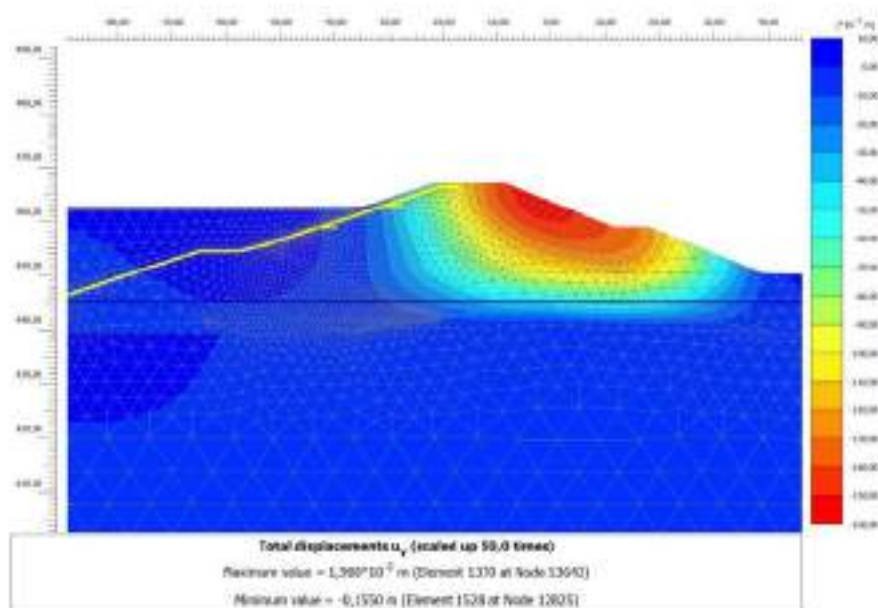


Рисунок Е.13 – Картина распределения осадок после возведения 7-й очереди (сечение 2-2)

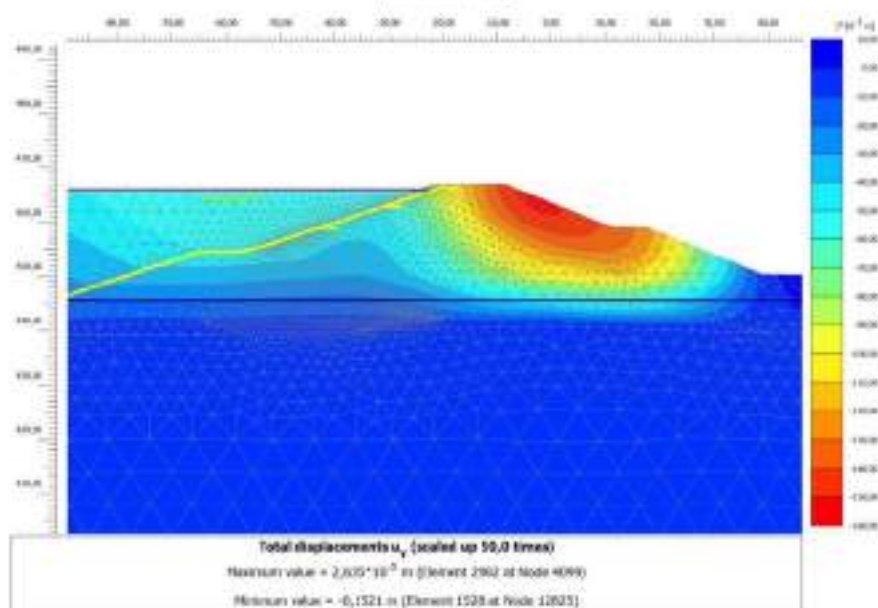


Рисунок Е.14 – Картина распределения осадок после заполнения 7-й очереди (сечение 2-2)



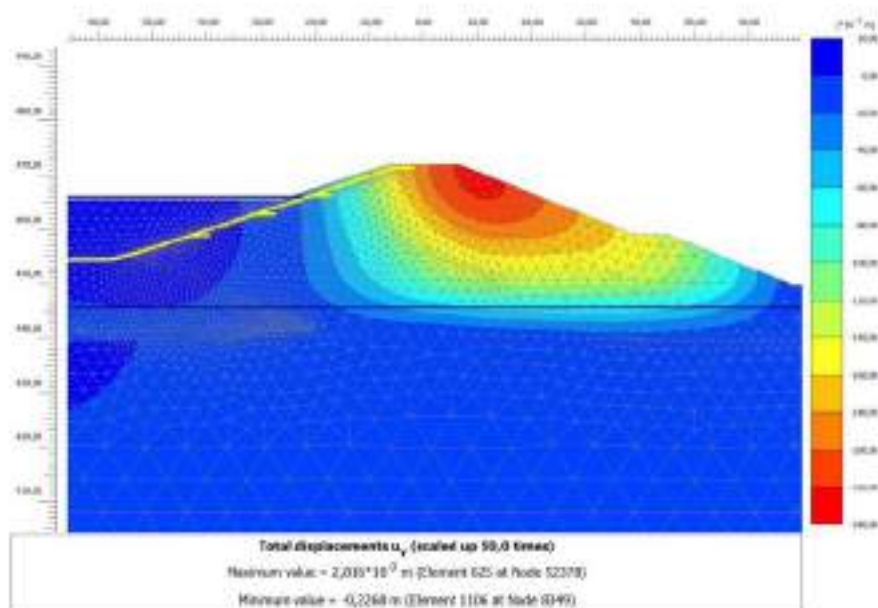


Рисунок Е.15 – Картина распределения осадок после возведения 8-й очереди (сечение 2-2)

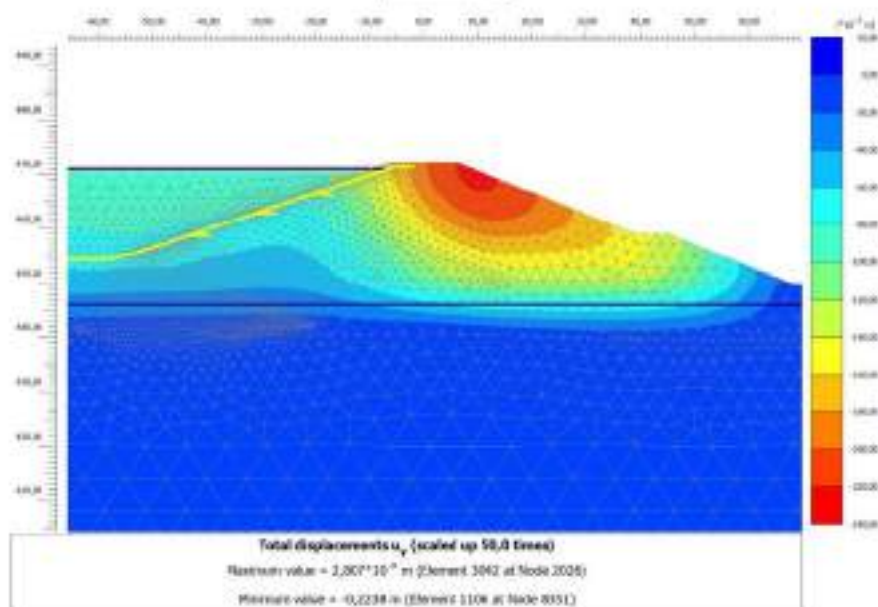


Рисунок Е.16 – Картина распределения осадок после заполнения 8-й очереди (сечение 2-2)

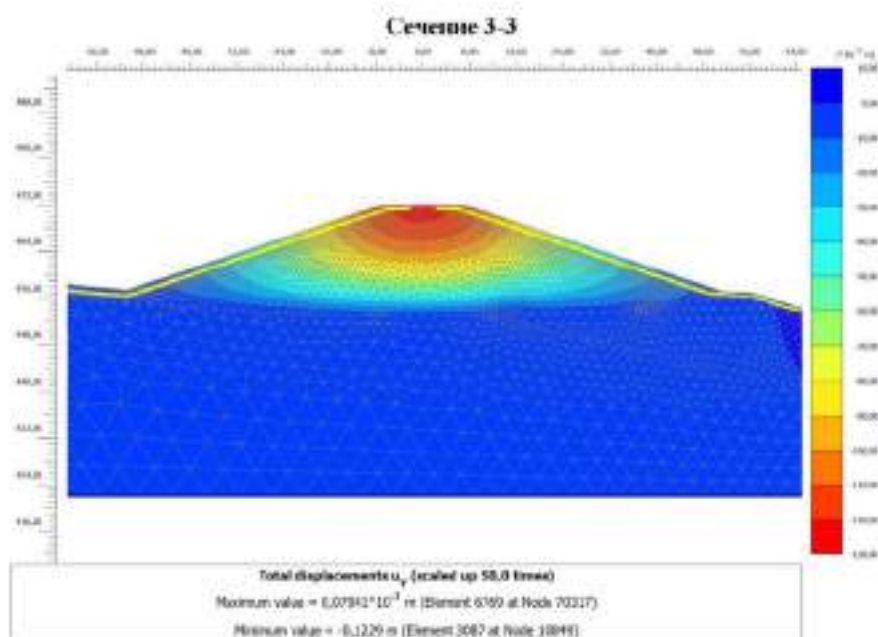


Рисунок Е.17 – Картина распределения осадок после возведения 5-й очереди (сечение 3-3)

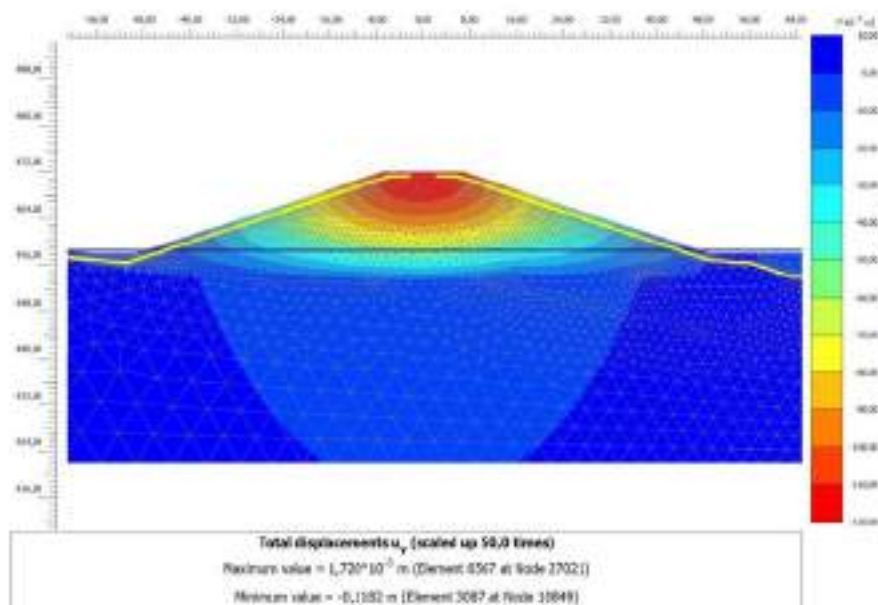


Рисунок Е.18 – Картина распределения осадок после наполнения 5-й очереди (сечение 3-3)

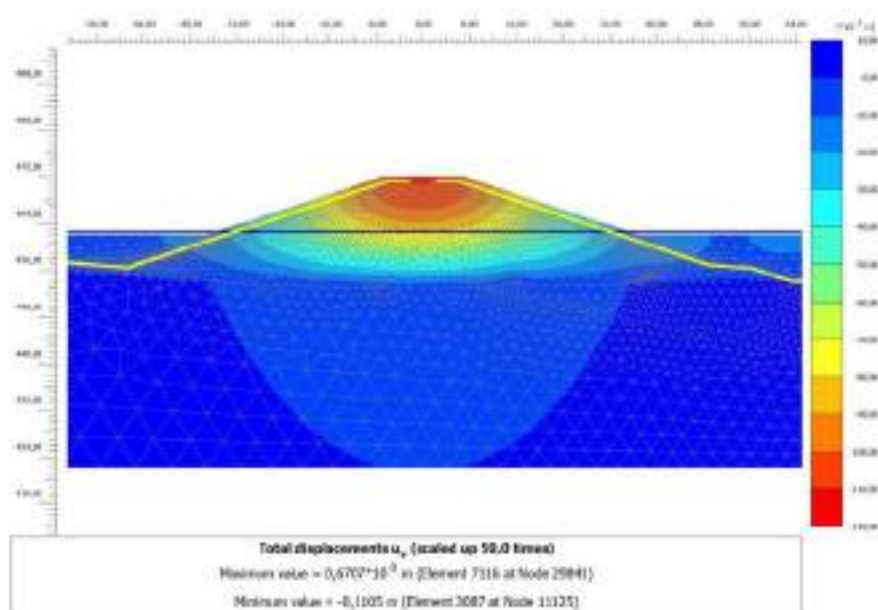


Рисунок Е.19 – Картина распределения осадок после наполнения 6-й очереди (сечение 3-3)

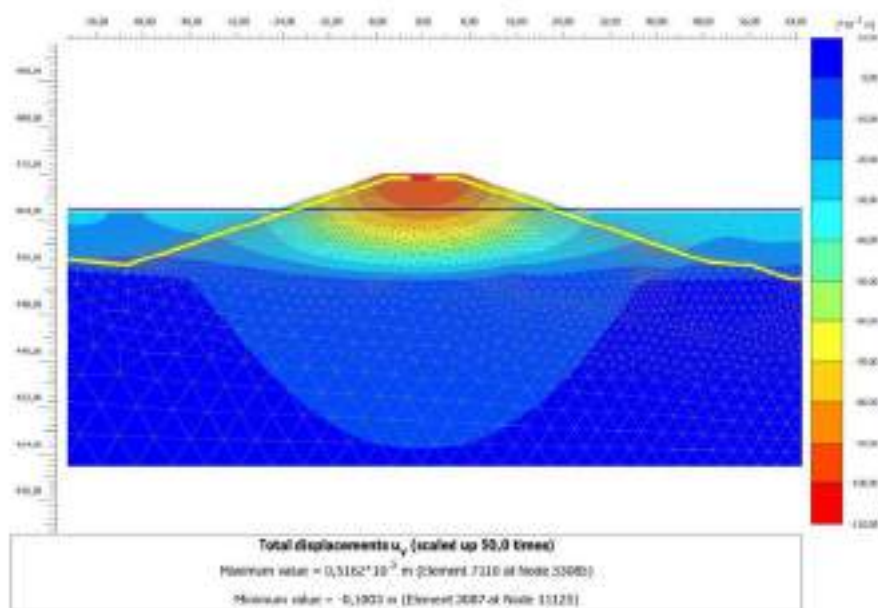


Рисунок Е.20 – Картина распределения осадок после наполнения 7-й очереди (сечение 3-3)

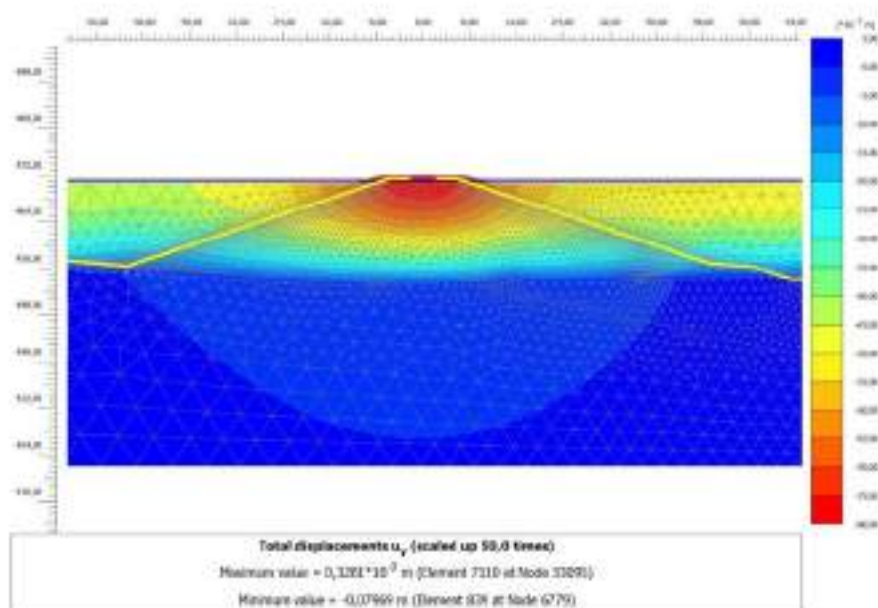


Рисунок Е.20 – Картина распределения осадок после наполнения 8-й очереди  
(сечение 3-3)

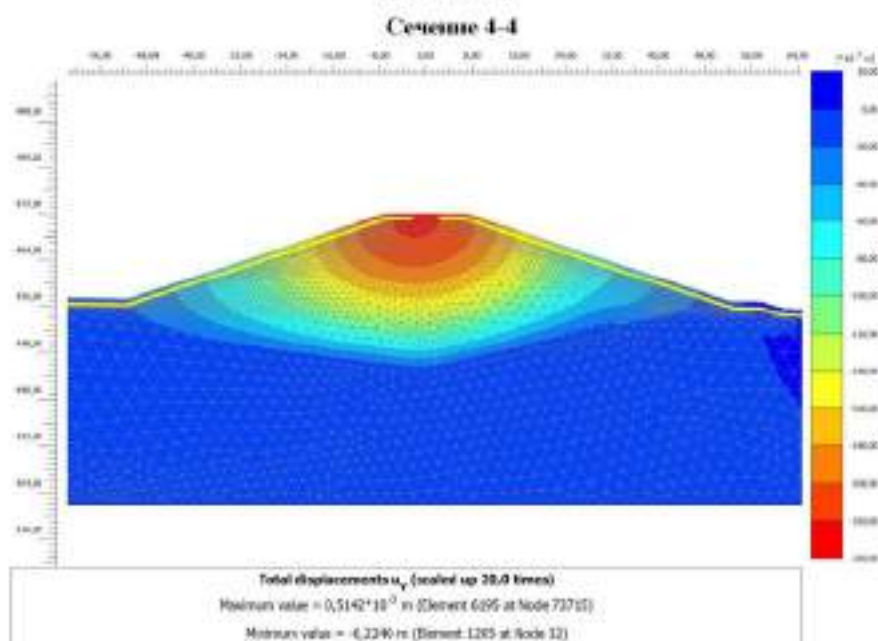


Рисунок Е.22 – Картина распределения осадок после возведения 5-й очереди  
(сечение 4-4)



123

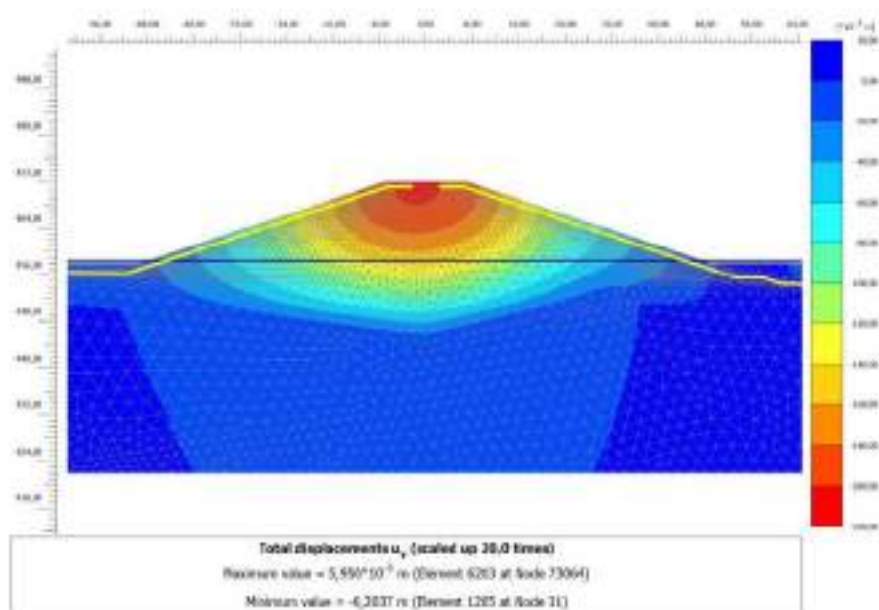


Рисунок Е.23 – Картина распределения осадок после наполнения 5-й очереди (сечение 4-4)

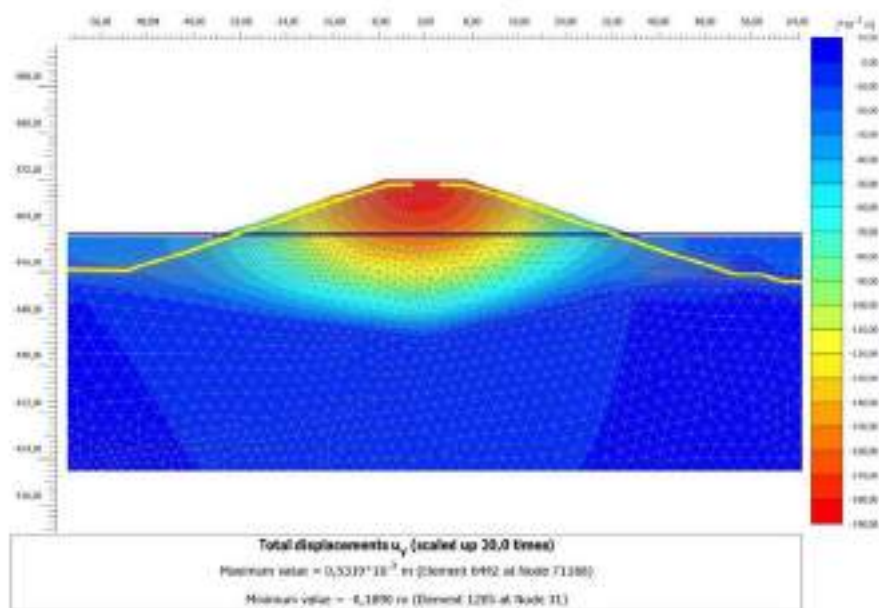


Рисунок Е.24 – Картина распределения осадок после наполнения 6-й очереди (сечение 4-4)



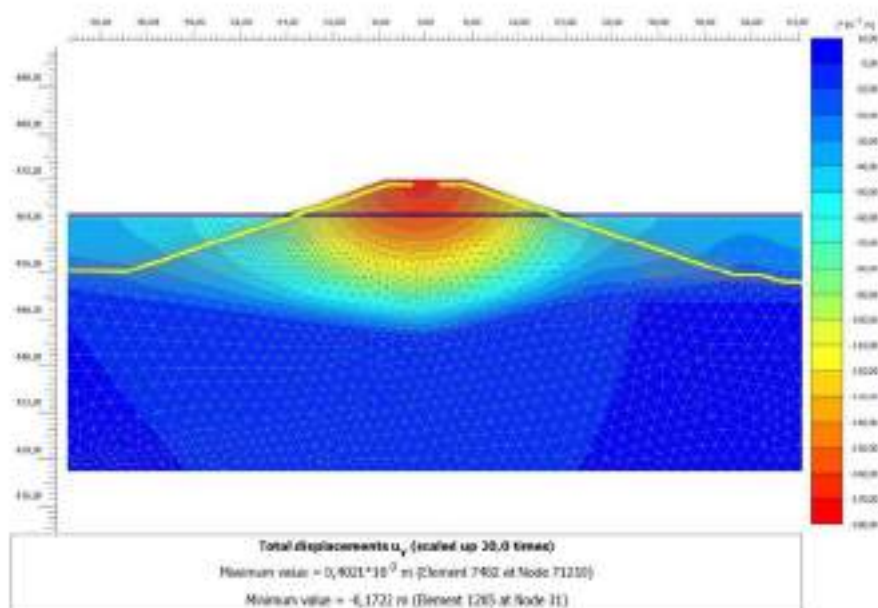


Рисунок Е.25 – Картина распределения осадок после наполнения 7-й очереди (сечение 4-4)

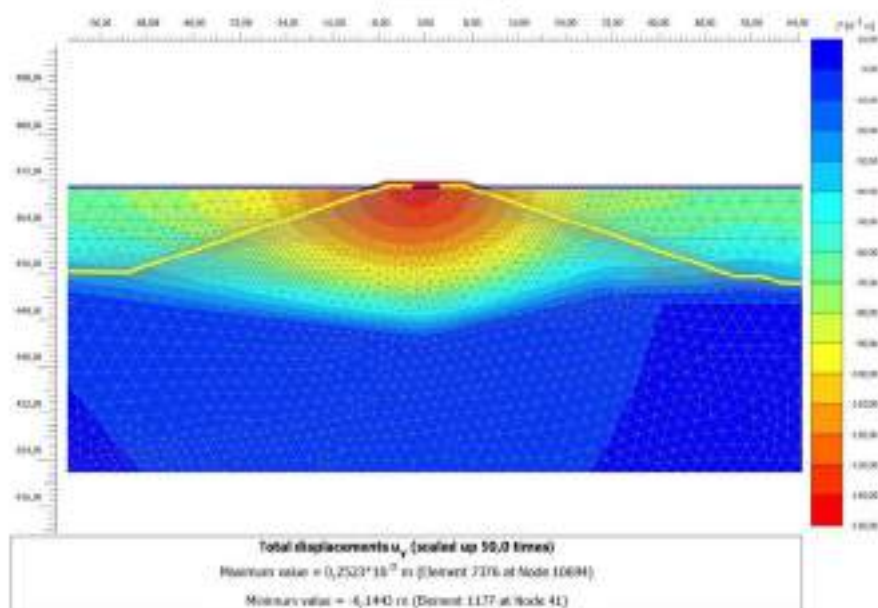


Рисунок Е.26 – Картина распределения осадок после наполнения 8-й очереди (сечение 4-4)

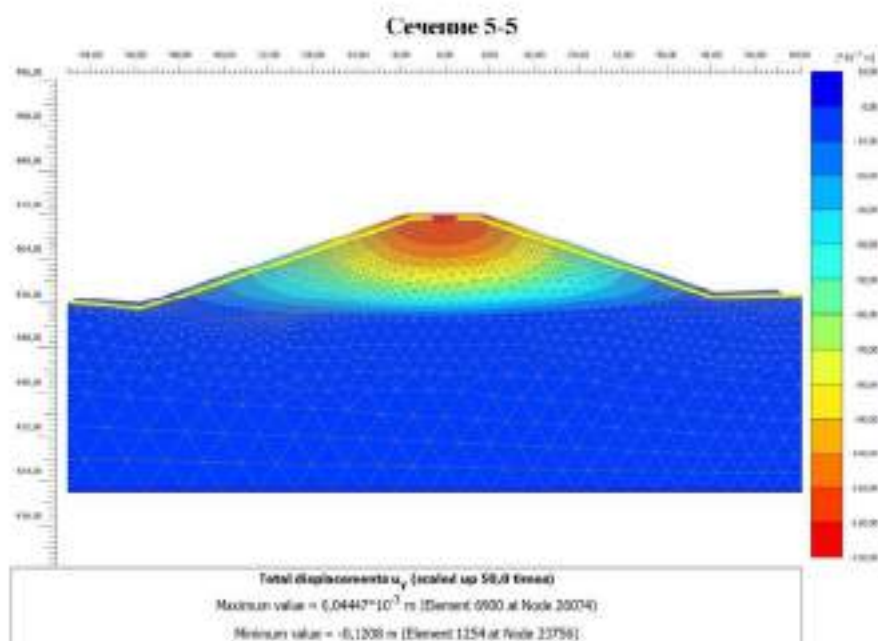


Рисунок Е.27 – Картина распределения осадок после возведения 5-й очереди (сечение 5-5)

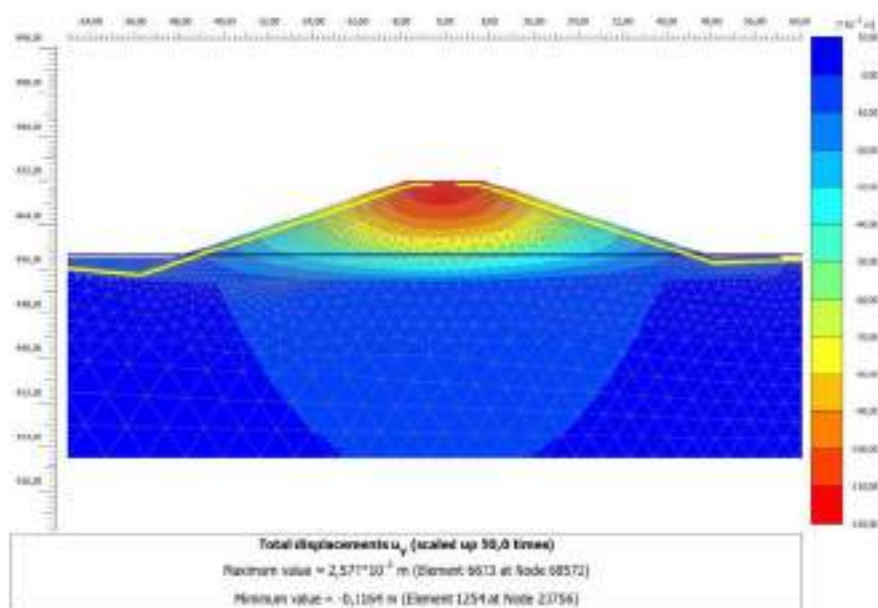


Рисунок Е.28 – Картина распределения осадок после наполнения 5-й очереди (сечение 5-5)

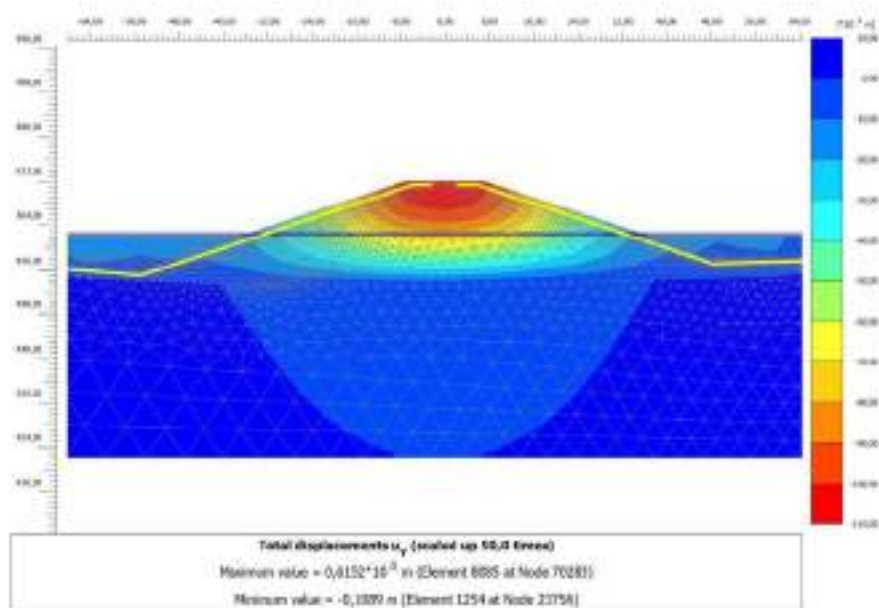


Рисунок Е.29 – Картина распределения осадок после наполнения 6-й очереди (сечение 5-5)

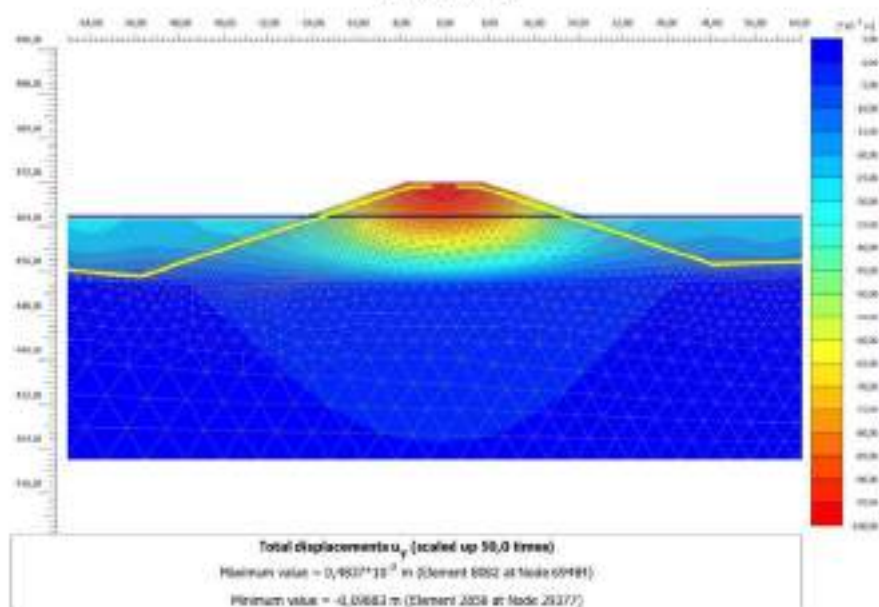


Рисунок Е.30 – Картина распределения осадок после наполнения 7-й очереди (сечение 5-5)

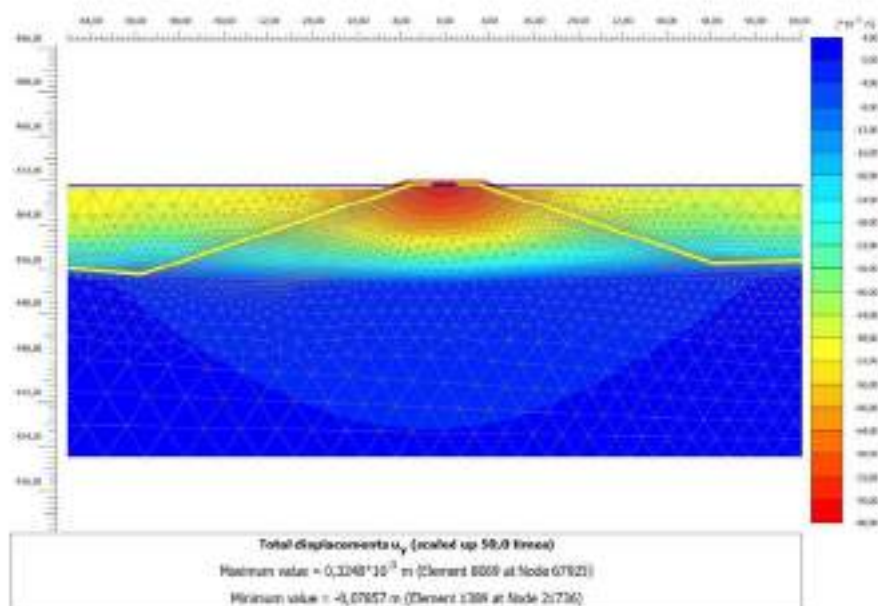


Рисунок Е.31 – Картина распределения осадок после наполнения 8-й очереди  
(сечение 5-5)

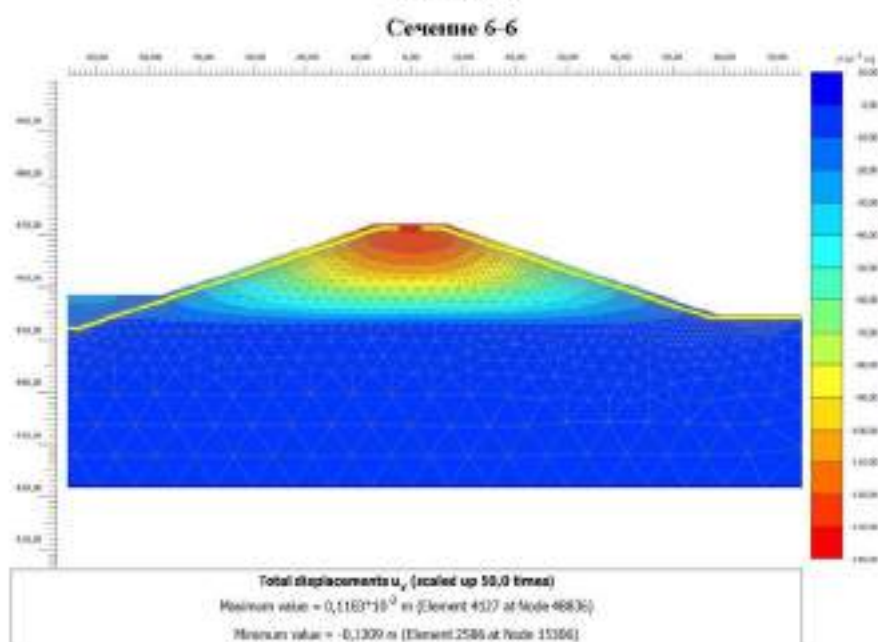


Рисунок Е.32 – Картина распределения осадок после возведения 5-й очереди  
(сечение 6-6)



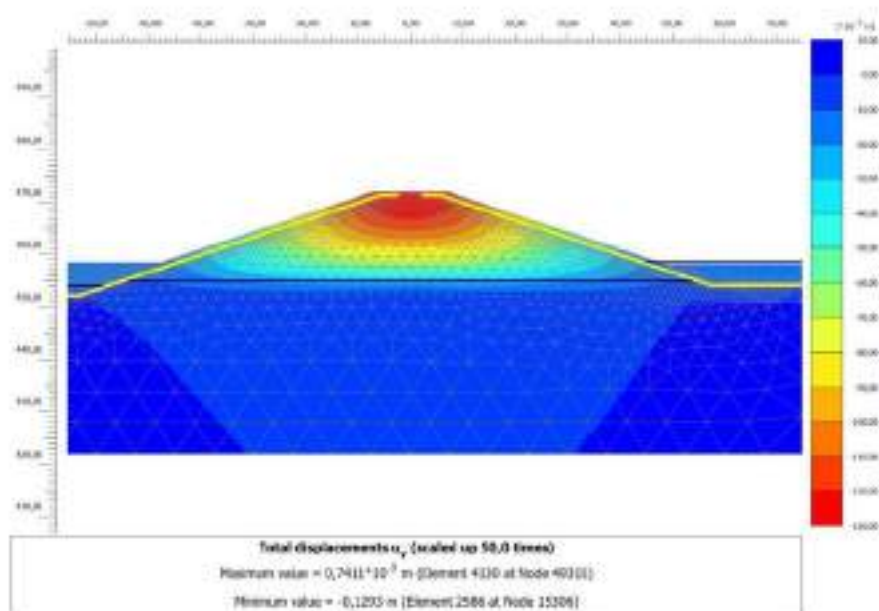


Рисунок Е.33 – Картина распределения осадок после наполнения 5-й очереди (сечение 6-6)

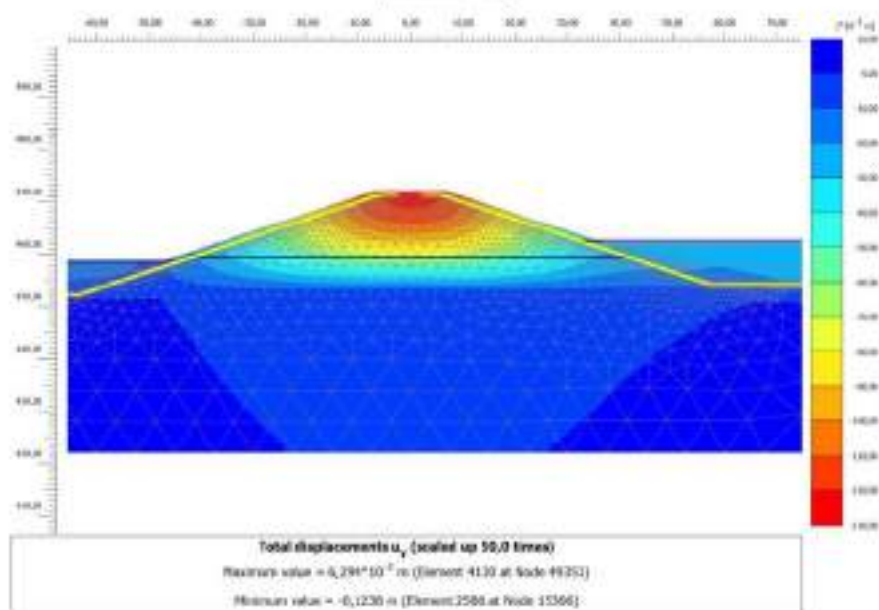


Рисунок Е.34 – Картина распределения осадок после наполнения 6-й очереди (сечение 6-6)



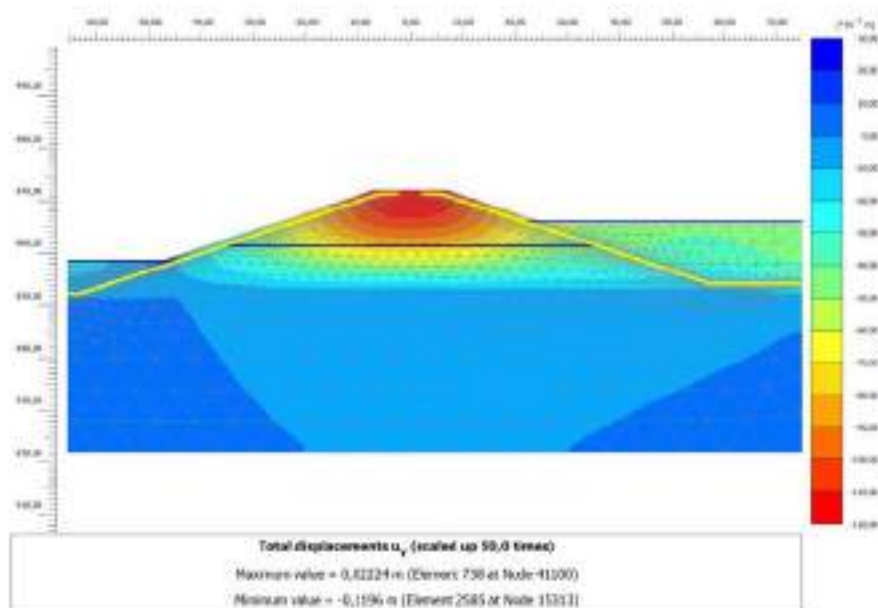


Рисунок Е.35 – Картина распределения осадок после наполнения 7-й очереди (сечение 6-6)

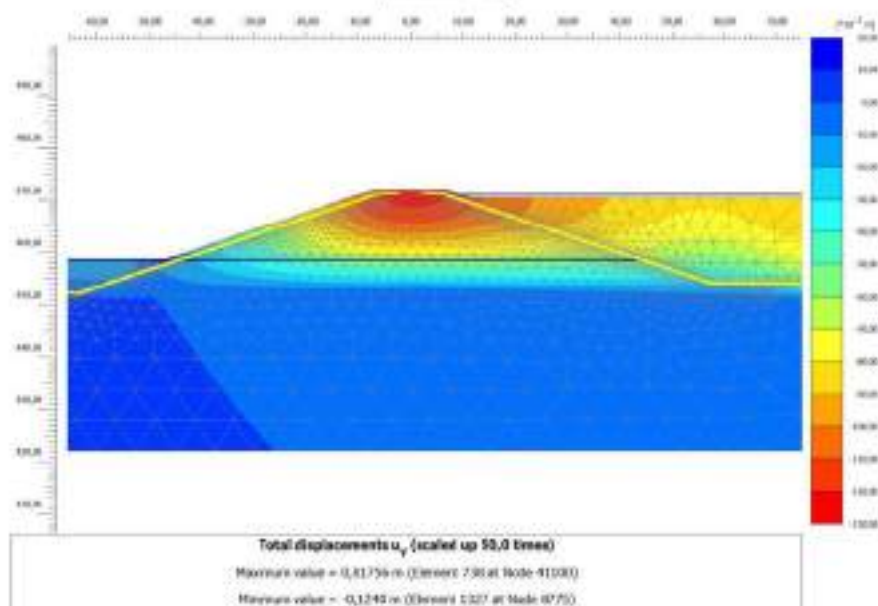


Рисунок Е.36 – Картина распределения осадок после наполнения 8-й очереди (сечение 6-6)

# Приложение Ж

Результаты расчетов статической устойчивости дамб хвостохранилища  
сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 для 1-го и 2-го  
основных расчетных случаев

Сечение 1-1

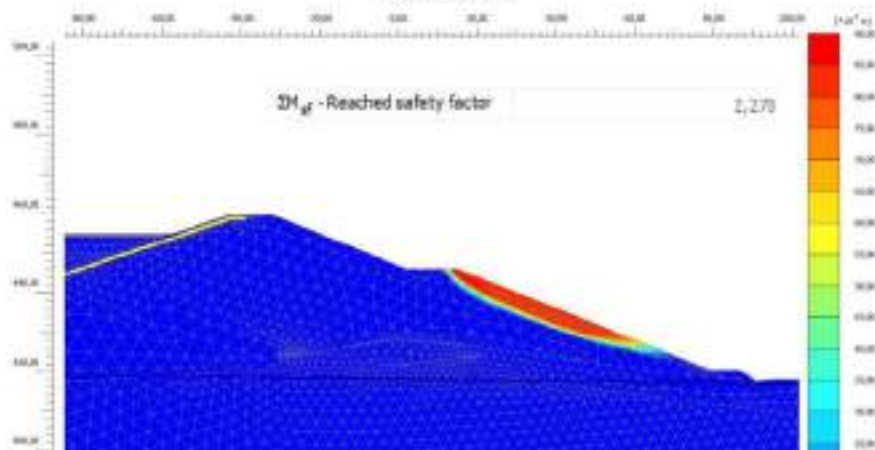


Рисунок Ж.1 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса  
ограждающей дамбы № 1 после возведения 5-й очереди (сечение 1-1)

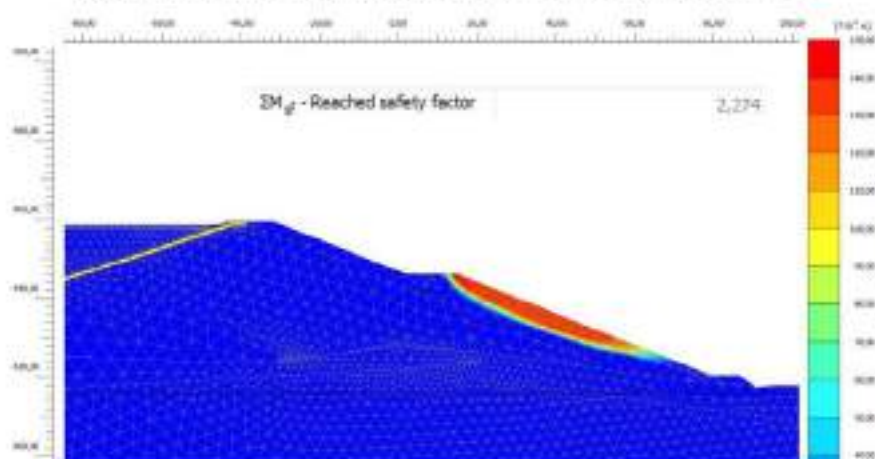


Рисунок Ж.2 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса  
ограждающей дамбы № 1 после наполнения 5-й очереди (сечение 1-1)

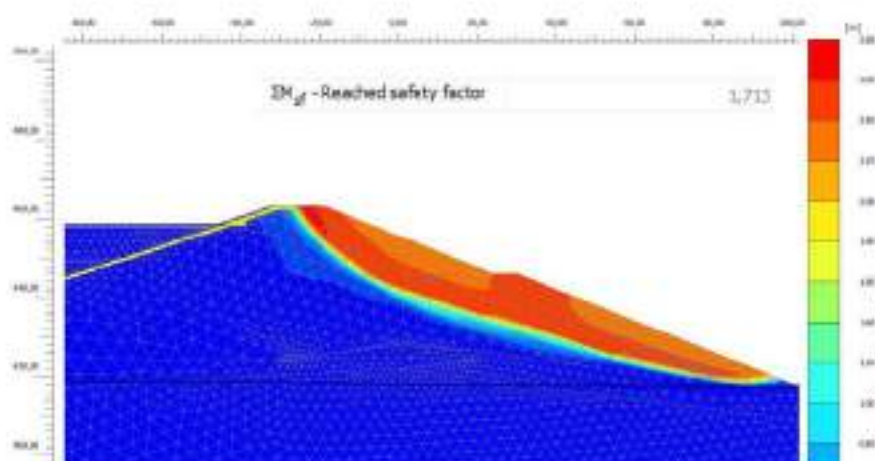


Рисунок Ж.3 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса ограждающей дамбы № 1 после возведения 6-й очереди (сечение 1-1)

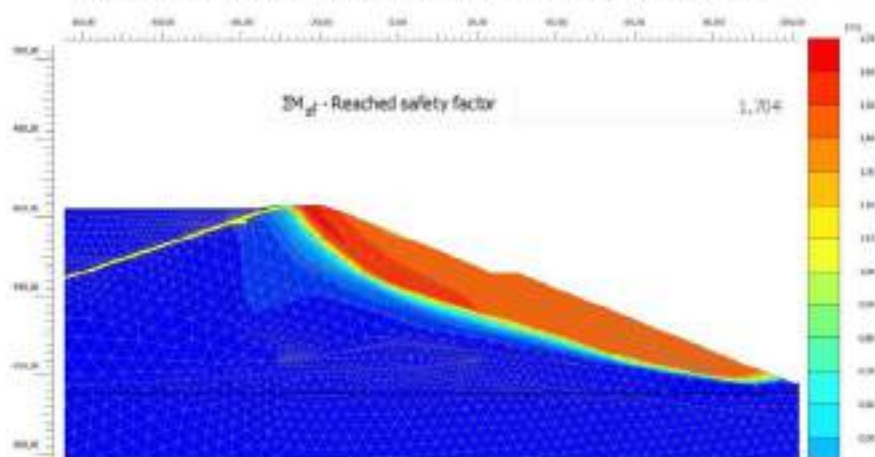


Рисунок Ж.4 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса ограждающей дамбы № 1 после наполнения 6-й очереди (сечение 1-1)

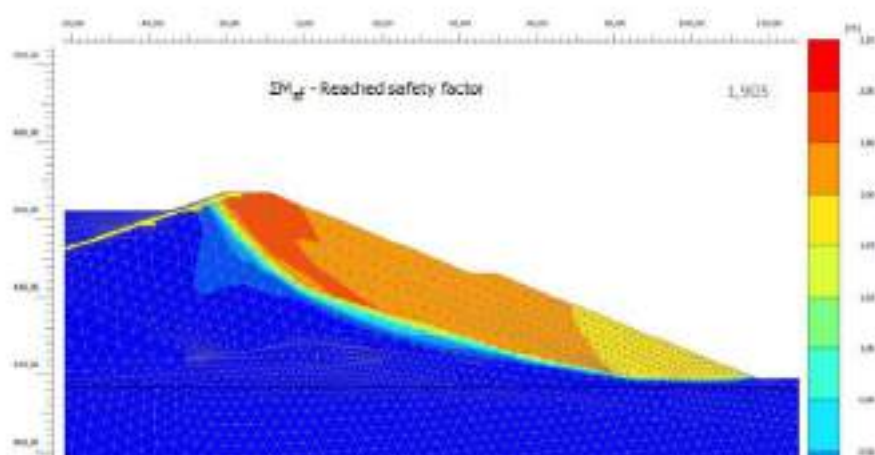


Рисунок Ж.5 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса ограждающей дамбы № 1 после возведения 7-й очереди (сечение 1-1)

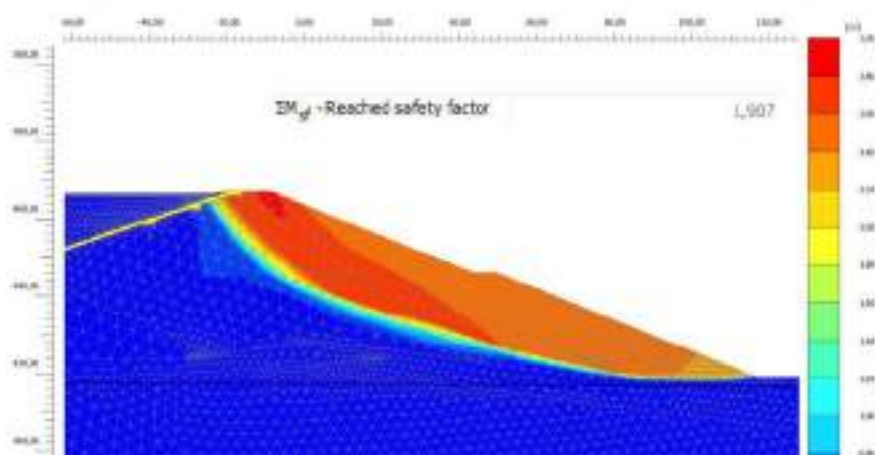


Рисунок Ж.6 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса ограждающей дамбы № 1 после наполнения 7-й очереди (сечение 1-1)



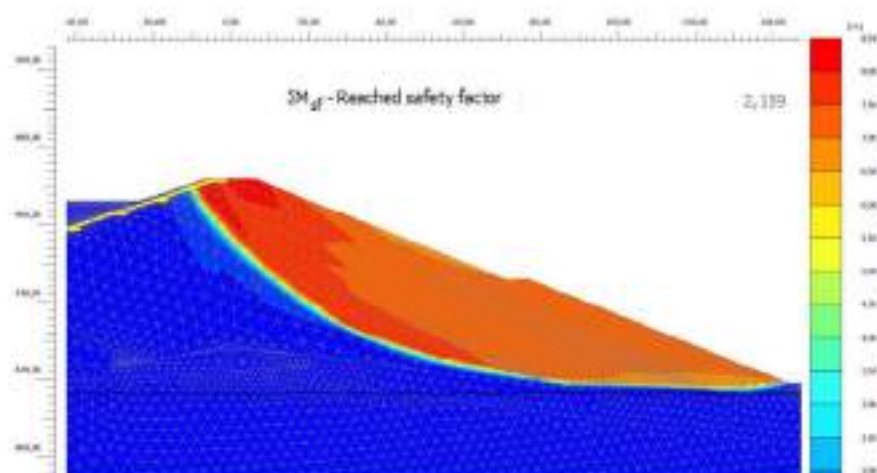


Рисунок Ж.7 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса отражающей дамбы № 1 после возведения 8-й очереди (сечение 1-1)

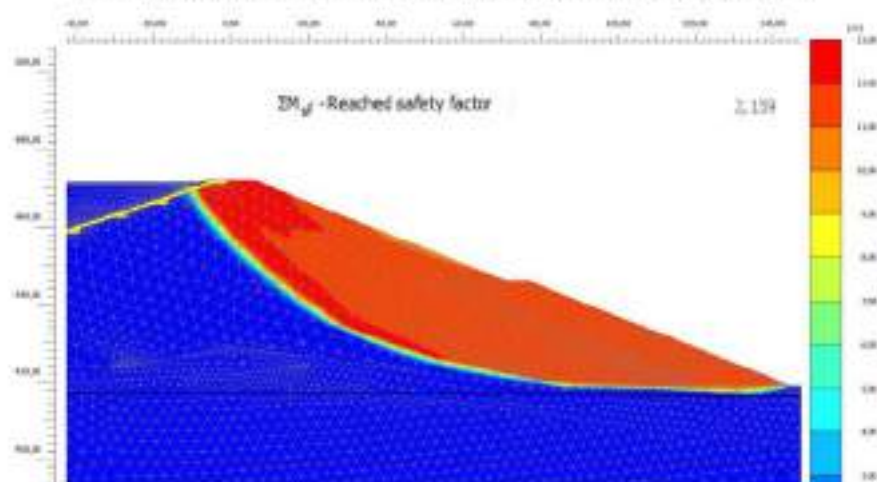


Рисунок Ж.8 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса отражающей дамбы № 1 после напоянения 8-й очереди (сечение 1-1)



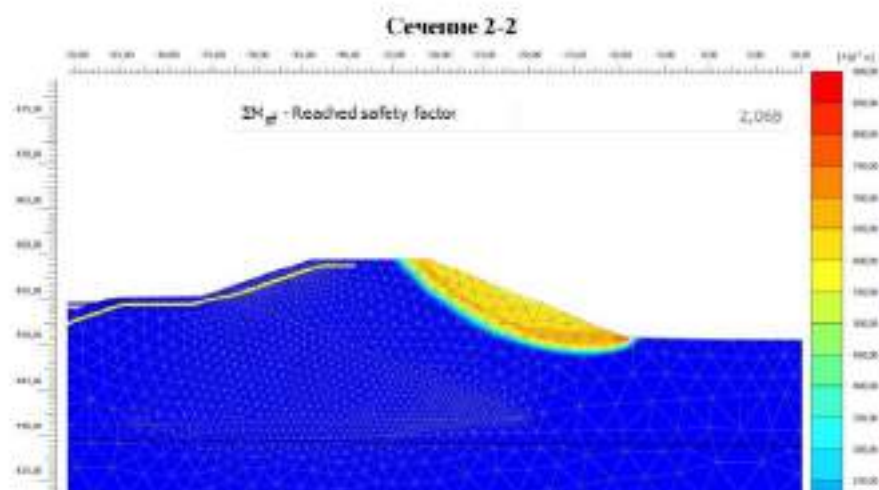


Рисунок Ж.9 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса отражающей дамбы № 2 после возведения 5-й очереди (сечение 2-2)

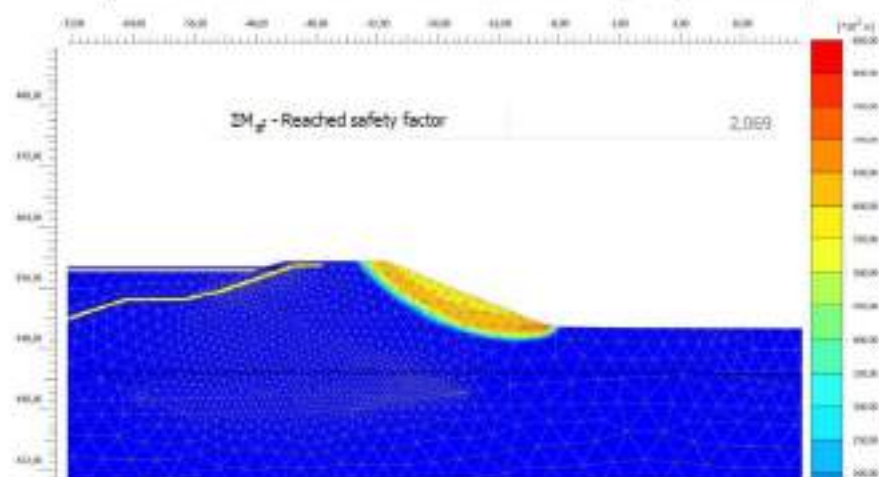


Рисунок Ж.10 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса отражающей дамбы № 2 после наполнения 5-й очереди (сечение 2-2)

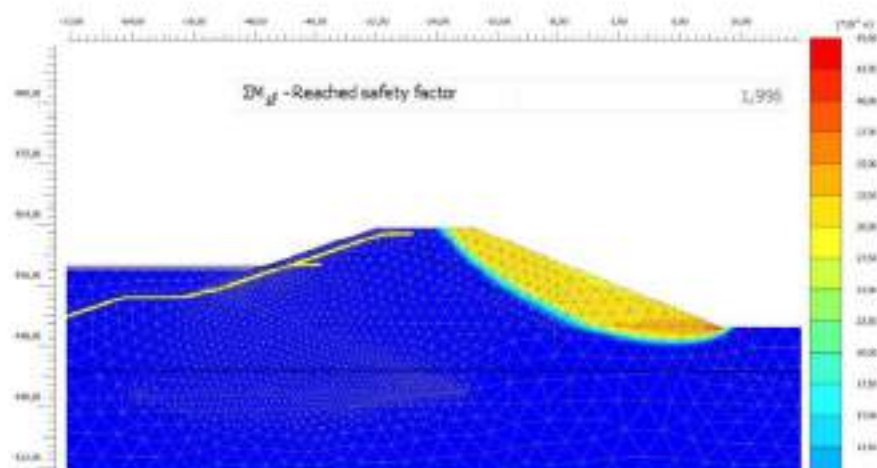


Рисунок Ж.11 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса ограждающей дамбы № 2 после возведения 6-й очереди (сечение 2-2)

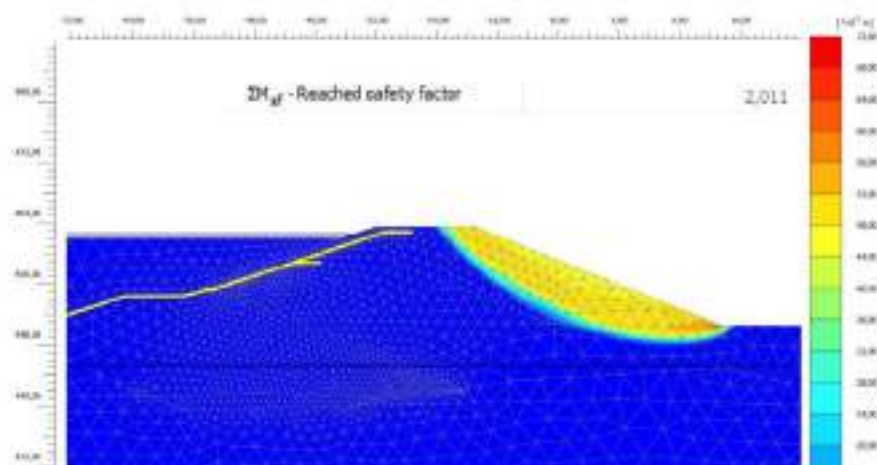


Рисунок Ж.12 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса ограждающей дамбы № 2 после наполнения 6-й очереди (сечение 2-2)

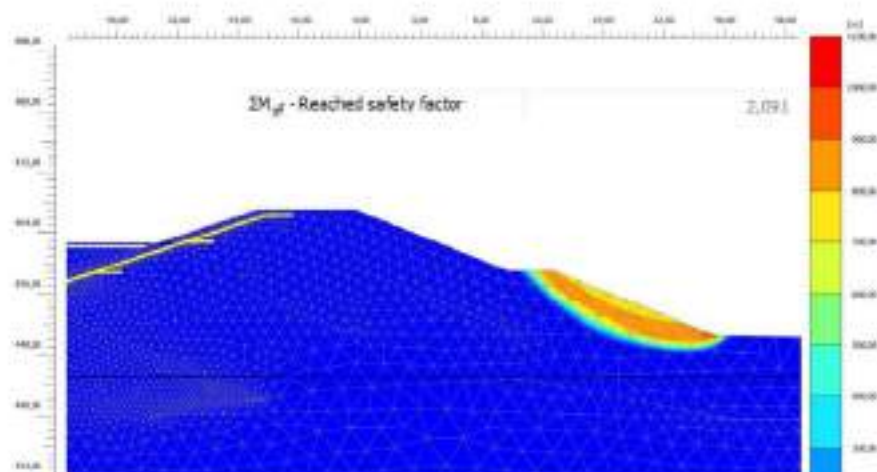


Рисунок Ж.13 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса отражающей дамбы № 2 после возведения 7-й очереди (сечение 2-2)

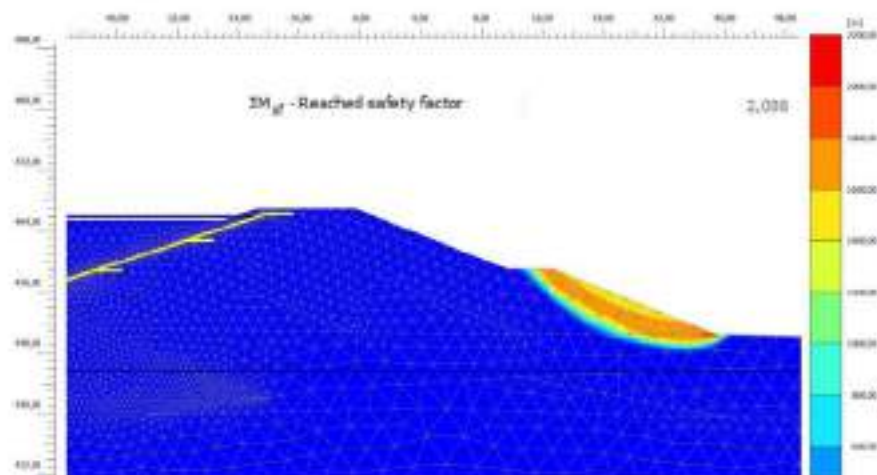


Рисунок Ж.14 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса отражающей дамбы № 2 после наводнения 7-й очереди (сечение 2-2)

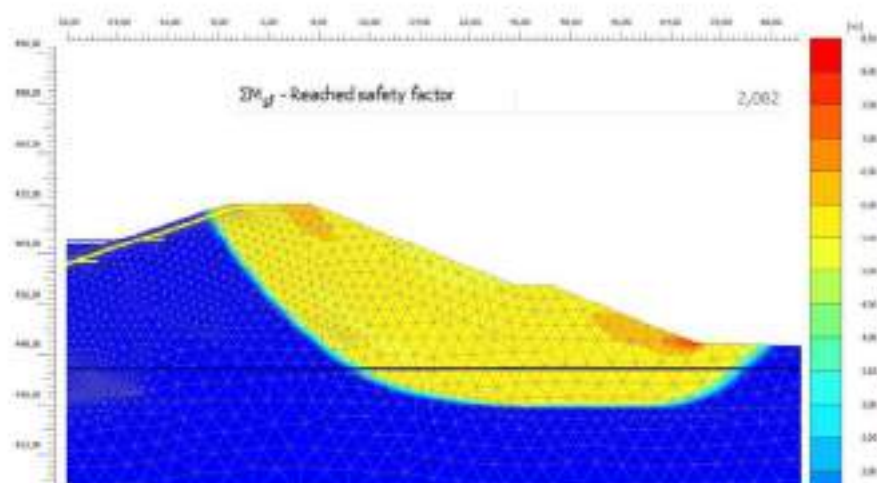


Рисунок Ж.15 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса ограждающей дамбы № 2 после возведения 8-й очереди (сечение 2-2)

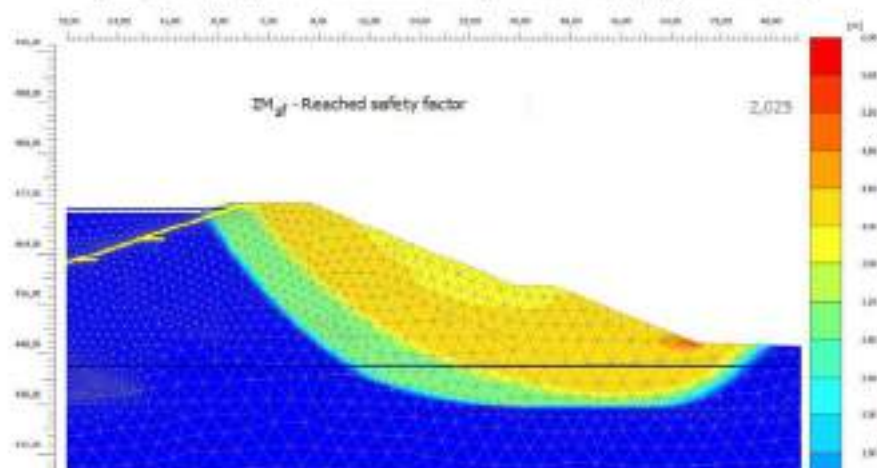


Рисунок Ж.16 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса ограждающей дамбы № 2 после напоянения 8-й очереди (сечение 2-2)



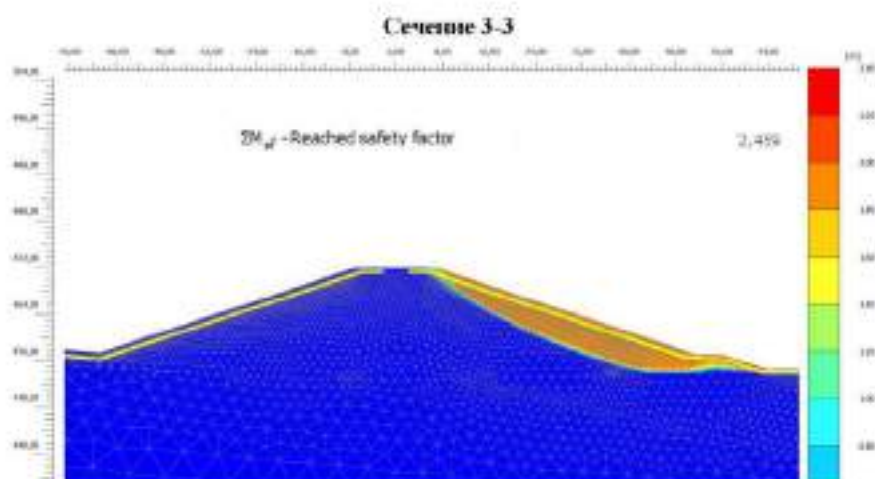


Рисунок Ж.17 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после возведения 5-й очереди (сечение 3-3)

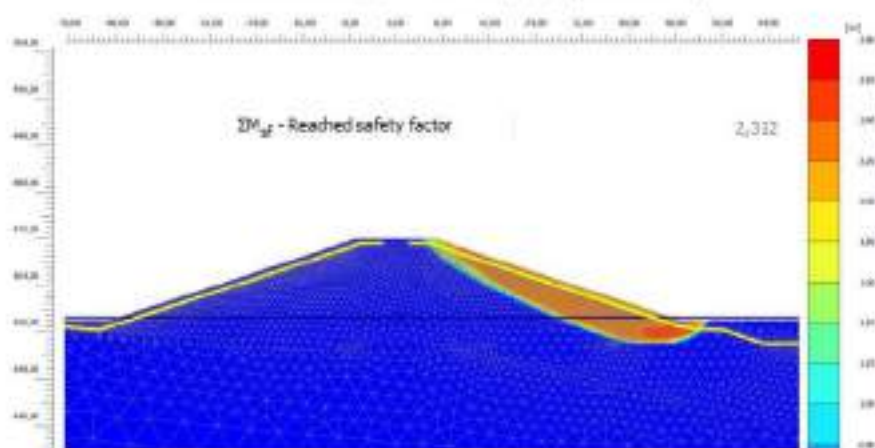


Рисунок Ж.18 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после наполнения 5-й очереди (сечение 3-3)



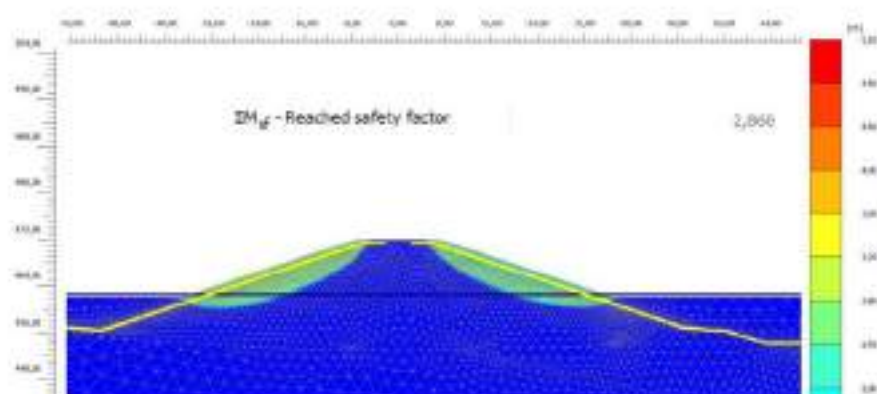


Рисунок Ж.19 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после наполнения 6-й очереди (сечение 3-3)

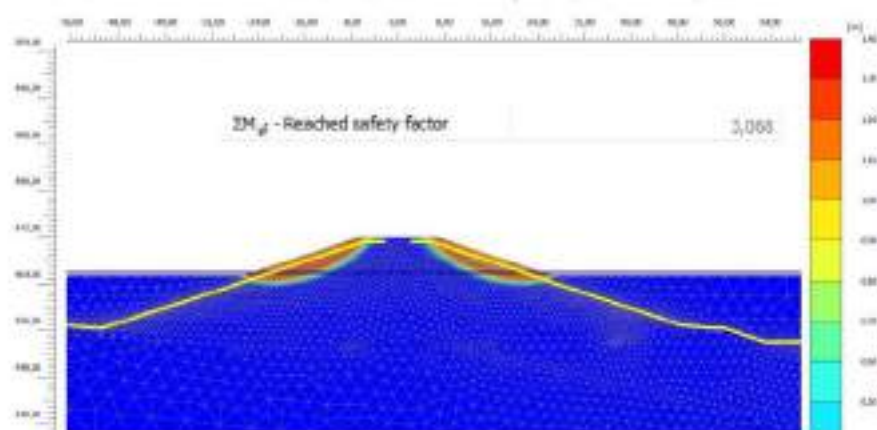


Рисунок Ж.20 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после наполнения 7-й очереди (сечение 3-3)

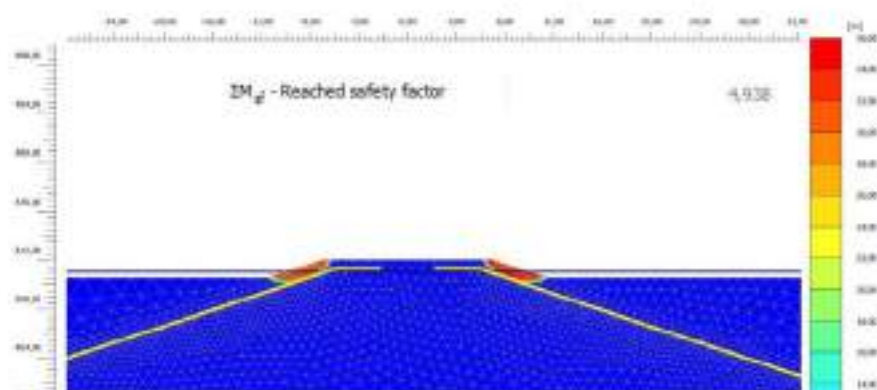


Рисунок Ж.21 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после наполнения 8-й очереди (сечение 3-3)

 **ПОЛИМЕТАЛЛ**  
АО «ПОЛИМЕТАЛЛ ИНЖИНИРИНГ»

Технический отчет по выполнению работы  
«Расчет устойчивости и напряженно-деформированного состояния дамб  
квасцеланитовых слоев сульфидной флотации и осадки углеродного  
продукта с учетом фильтрационного режима»

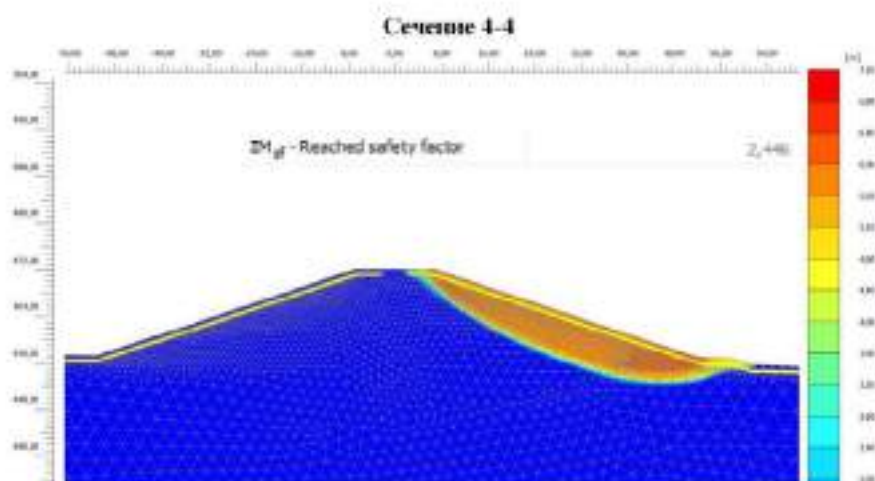


Рисунок Ж.22 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после возведения 5-й очереди (сечение 4-4)

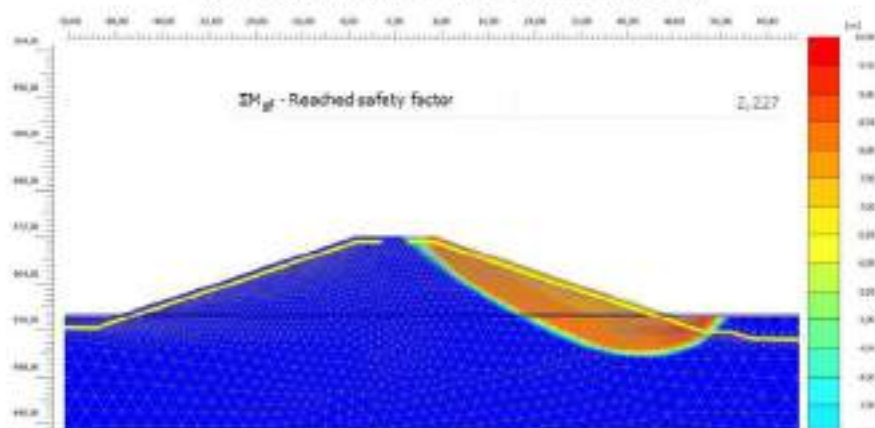


Рисунок Ж.23 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после заполнения 5-й очереди (сечение 4-4)

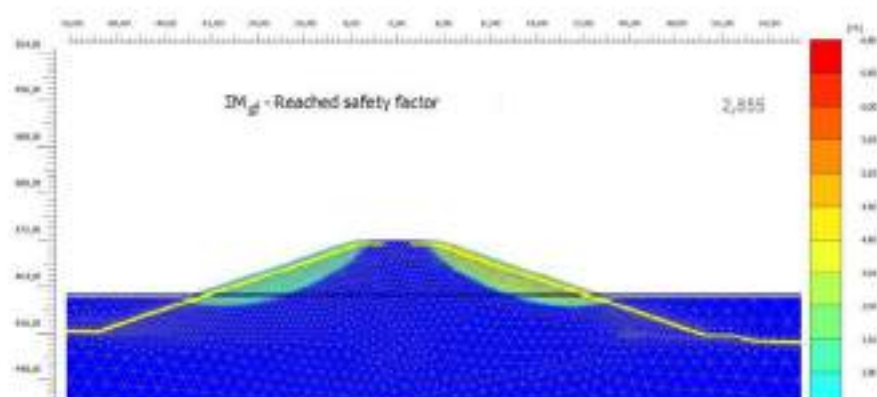


Рисунок Ж.24 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после наполнения 6-й очереди (сечение 4-4)

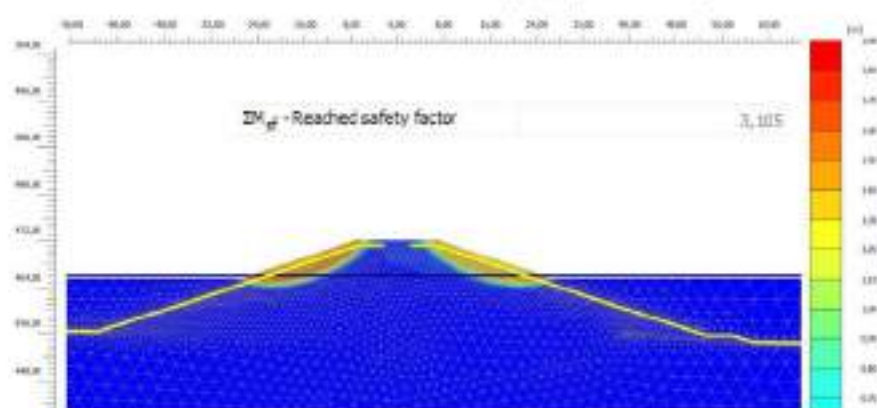


Рисунок Ж.25 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после наполнения 7-й очереди (сечение 4-4)

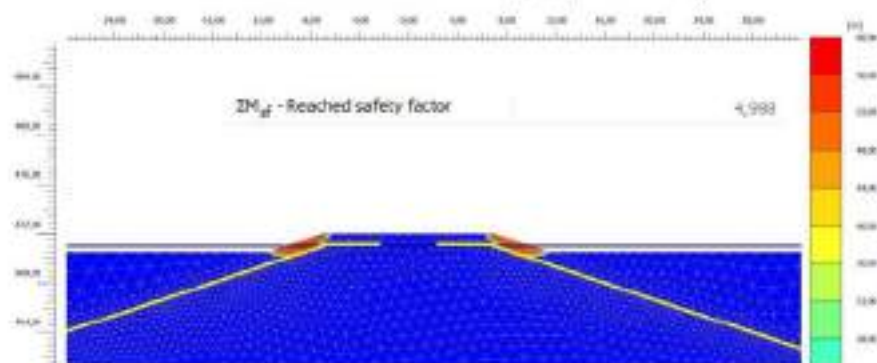


Рисунок Ж.26 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после наполнения 8-й очереди (сечение 4-4)

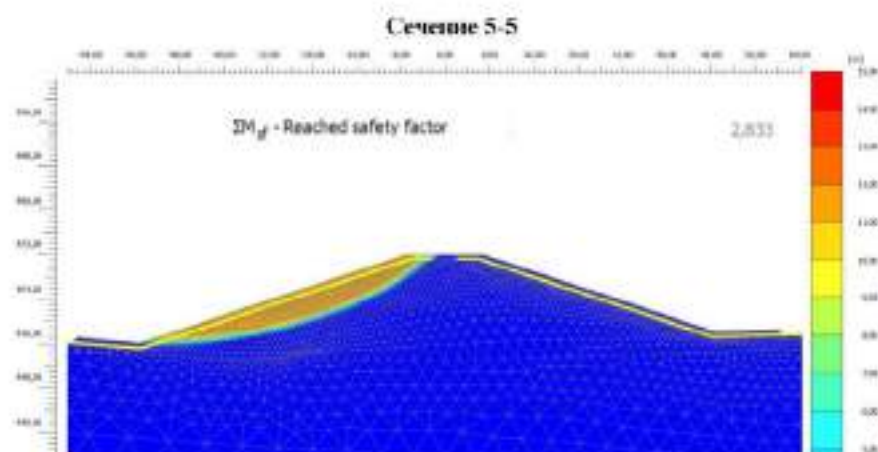


Рисунок Ж.27 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 6 после возведения 5-й очереди (сечение 5-5)

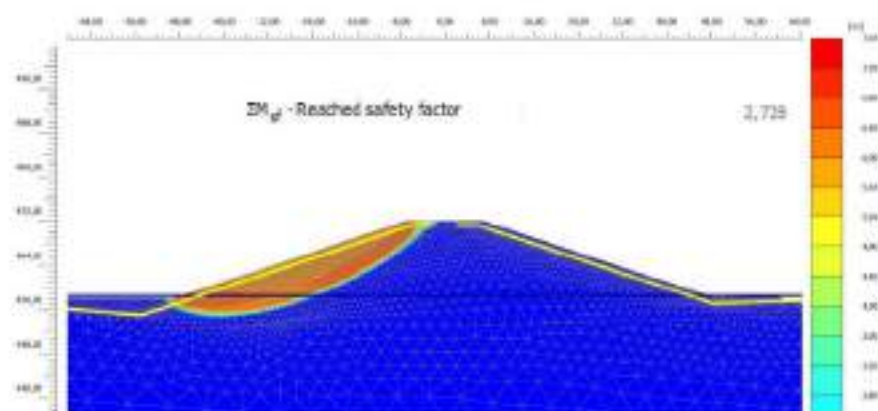


Рисунок Ж.28 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 6 после наполнения 5-й очереди (сечение 5-5)



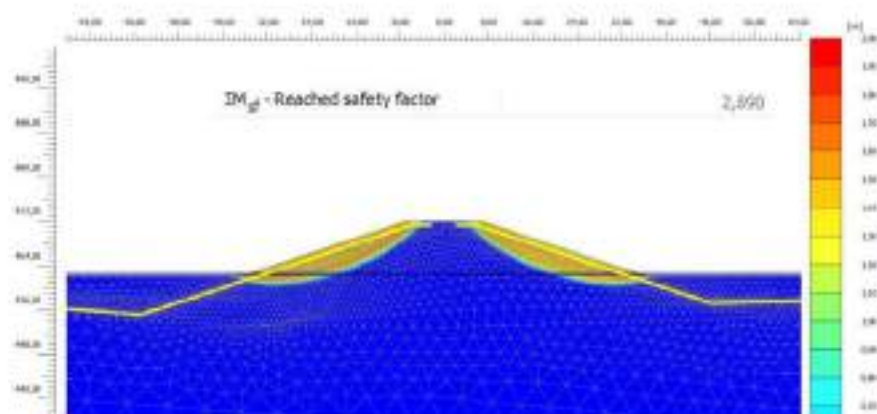


Рисунок Ж.29 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 6 после наполнения 6-й очереди (сечение 5-5)

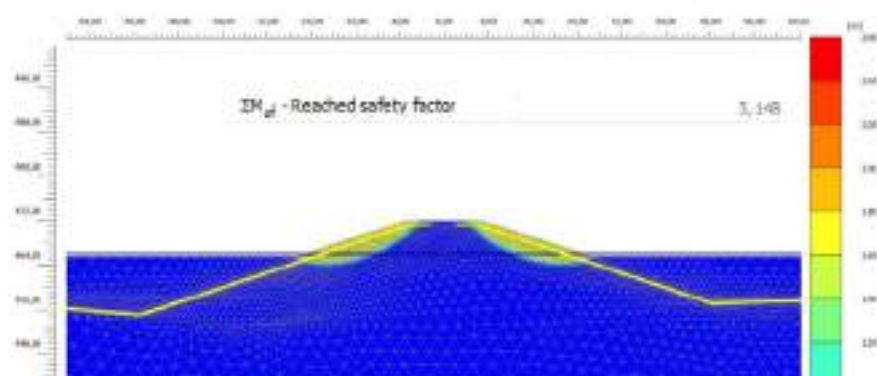


Рисунок Ж.30 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 6 после наполнения 7-й очереди (сечение 5-5)

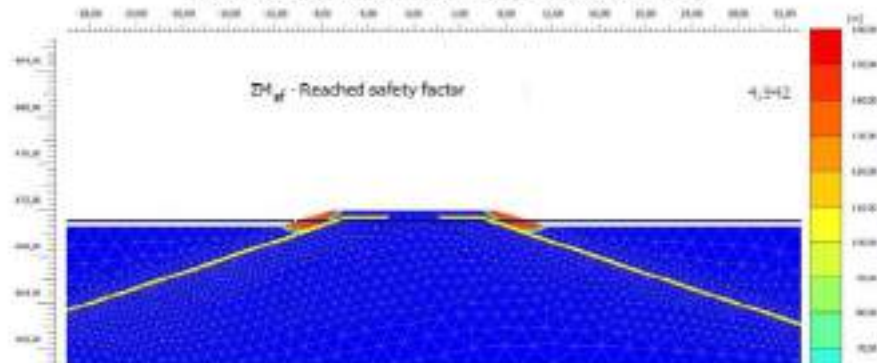


Рисунок Ж.31 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 6 после наполнения 8-й очереди (сечение 5-5)



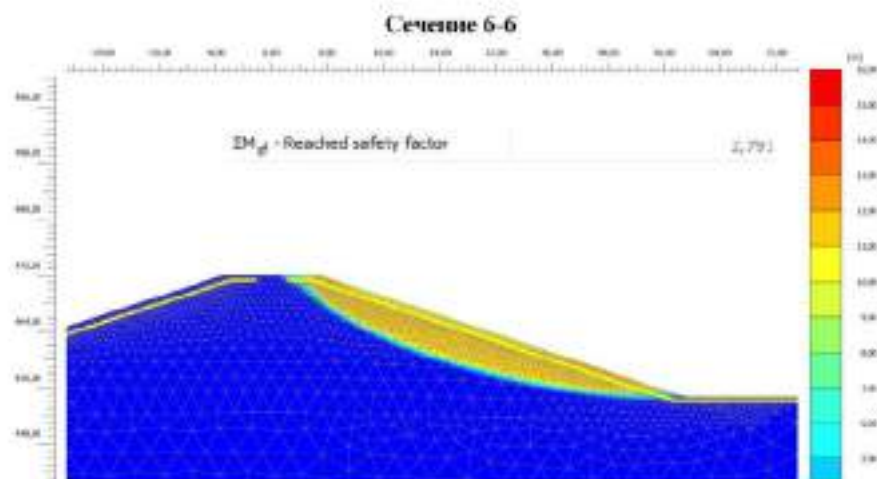


Рисунок Ж.32 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 7 после возведения 5-й очереди (сечение 6-6)

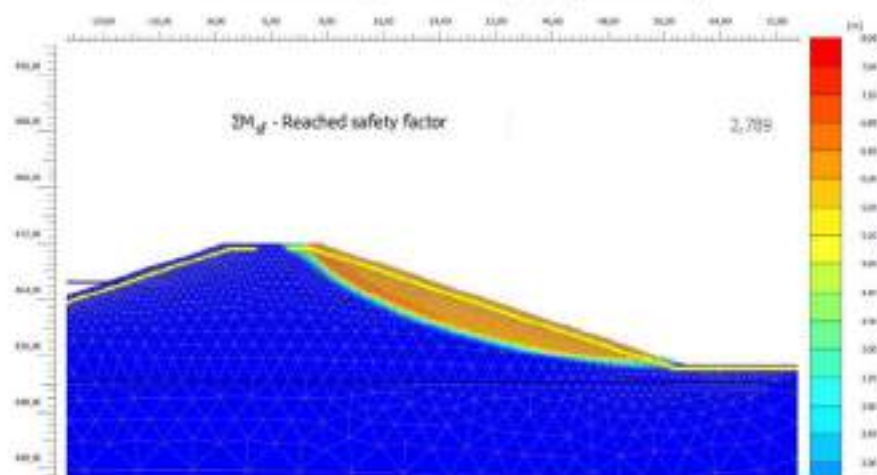


Рисунок Ж.33 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 7 после наполнения аккумуляющей емкости (сечение 6-6)

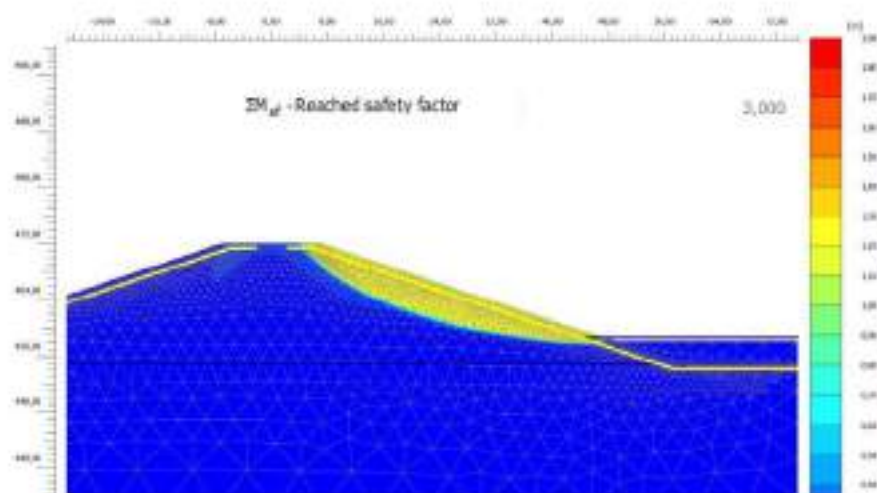


Рисунок Ж.34 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 7 после наполнения 5-й очереди (сечение 6-6)

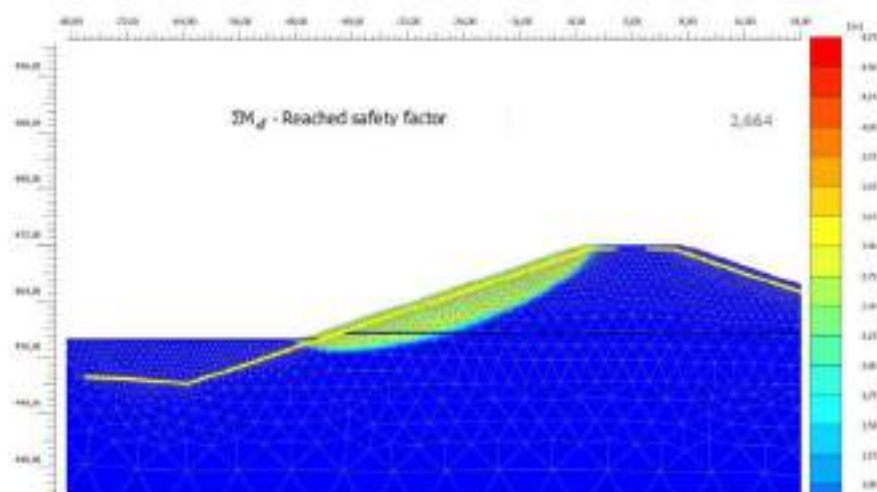


Рисунок Ж.35 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 7 после наполнения 6-й очереди (сечение 6-6)

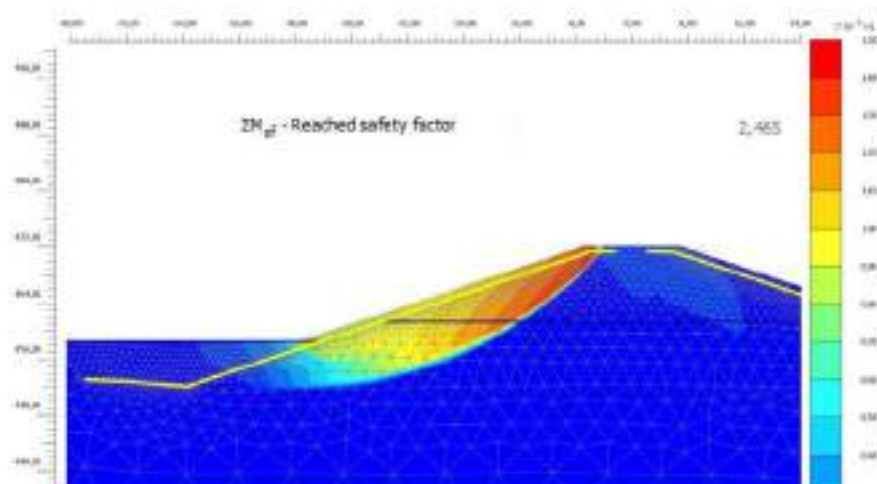


Рисунок Ж.36 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 7 после наполнения 7-й очереди (сечение 6-6)

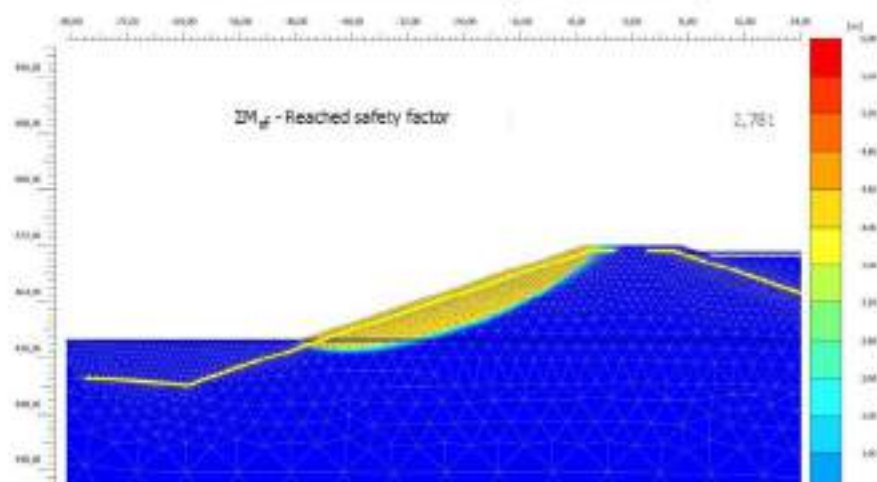


Рисунок Ж.37 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 7 после наполнения 8-й очереди (сечение 6-6)

**Приложение И**  
**Результаты расчетов сейсмической устойчивости дамб хвостохранилища**  
**сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 для 4-го особого**  
**расчетного случая**

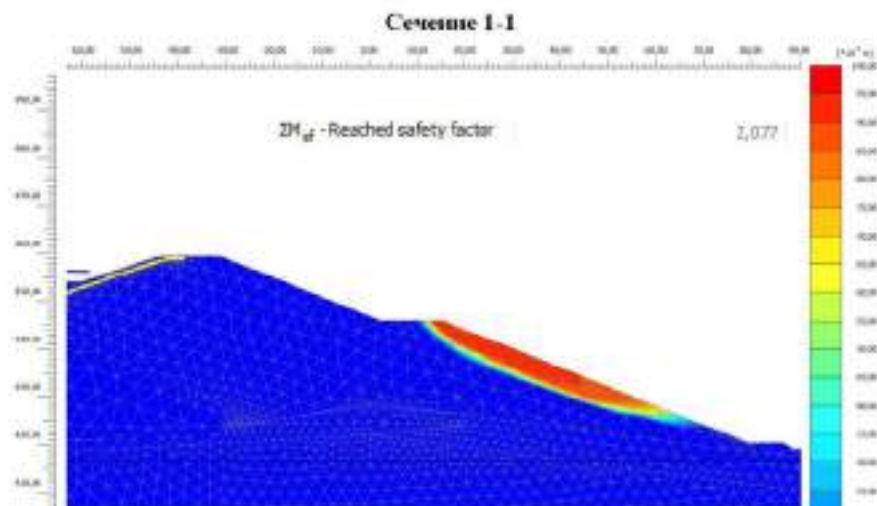


Рисунок И.1 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса отражающей дамбы № 1 после возведения 5-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 1-1)

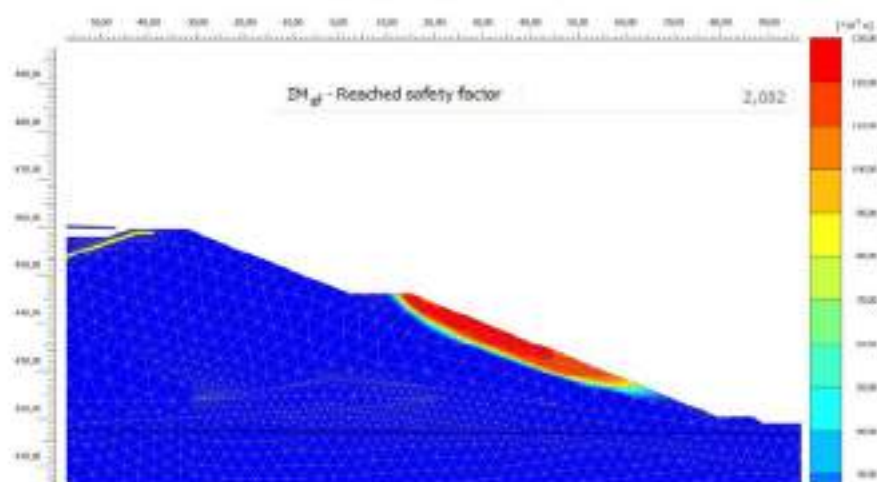


Рисунок И.2 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса отражающей дамбы № 1 после наполнения 5-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 1-1)



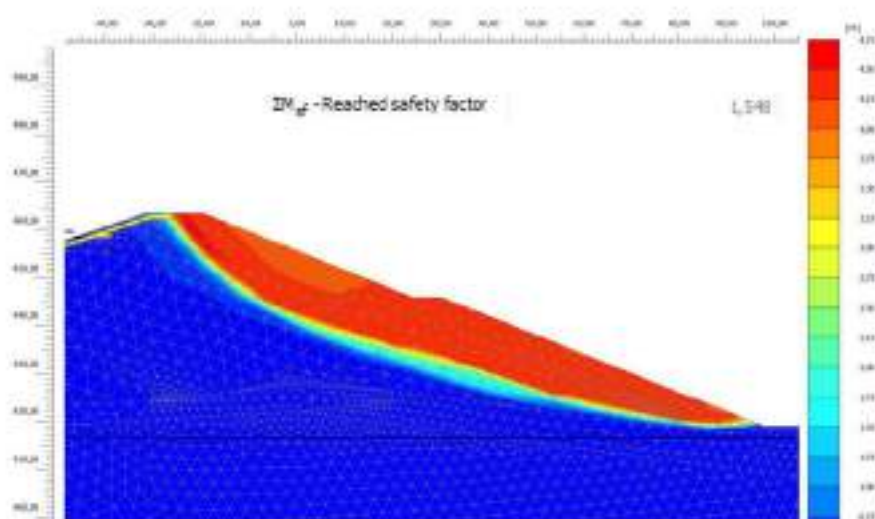


Рисунок И.3 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса отражающей дамбы № 1 после возведения 6-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 1-1)

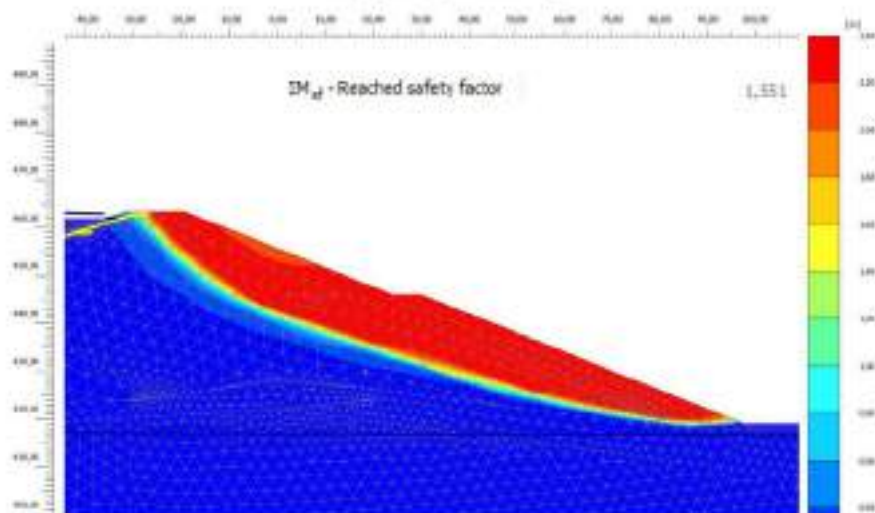


Рисунок И.4 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса отражающей дамбы № 1 после наполнения 6-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 1-1)



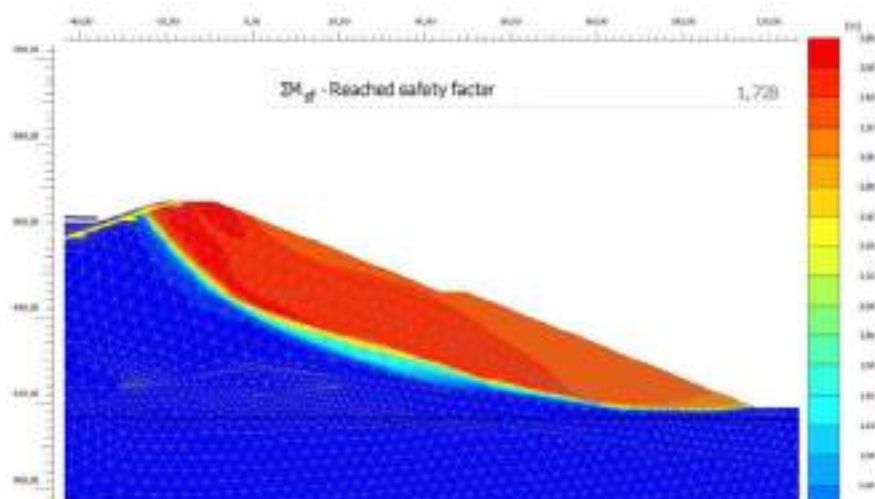


Рисунок И.5 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса отражающей дамбы № 1 после возведения 7-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 1-1)

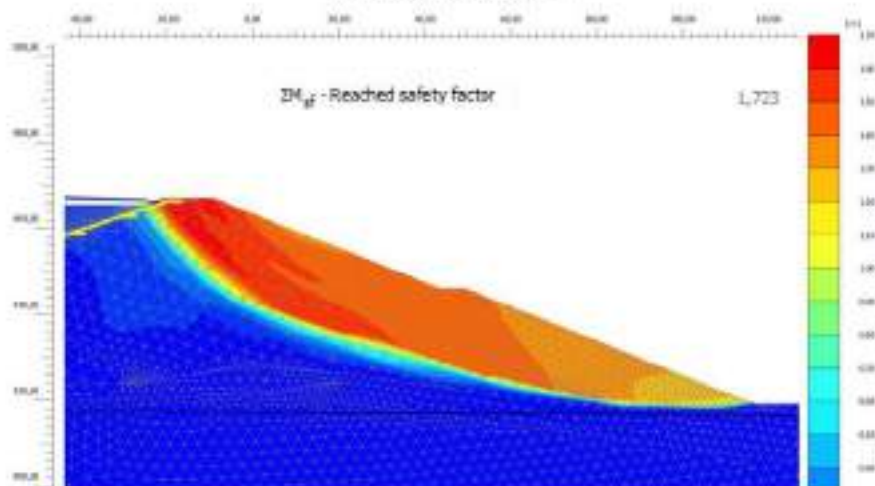


Рисунок И.6 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса отражающей дамбы № 1 после наводнения 7-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 1-1)

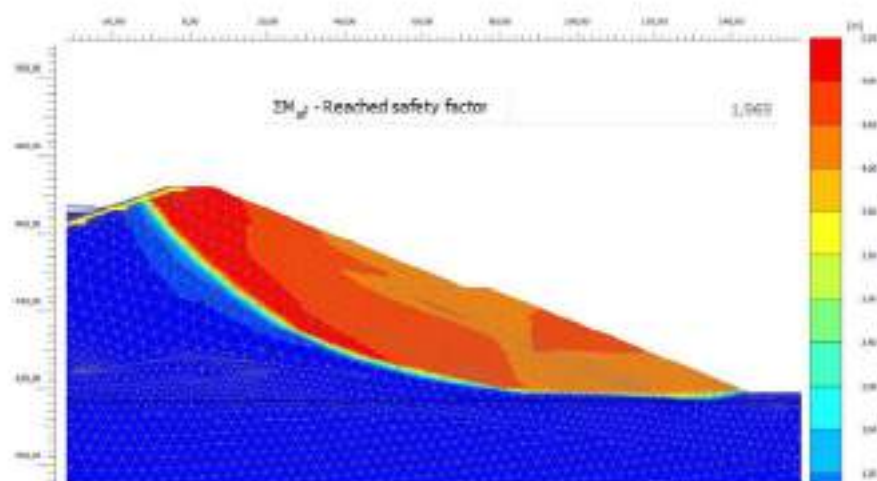


Рисунок И.7 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса отражающей дамбы № 1 после возведения 8-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 1-1)

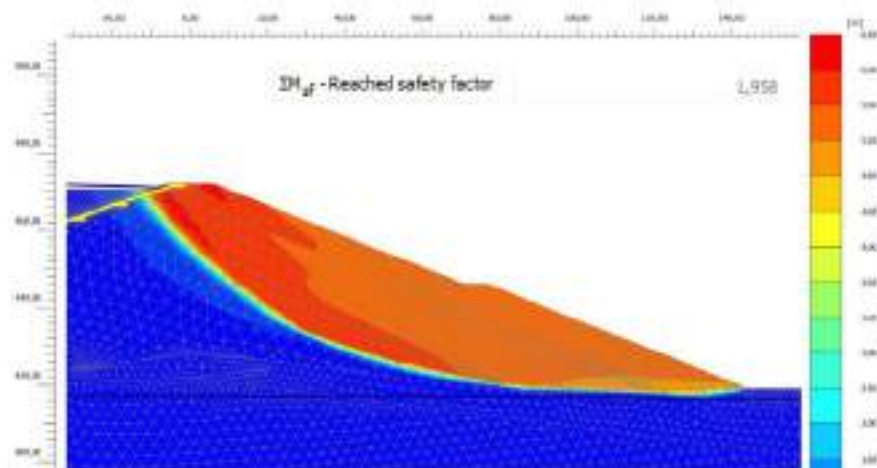


Рисунок И.8 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса отражающей дамбы № 1 после напоянения 8-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 1-1)

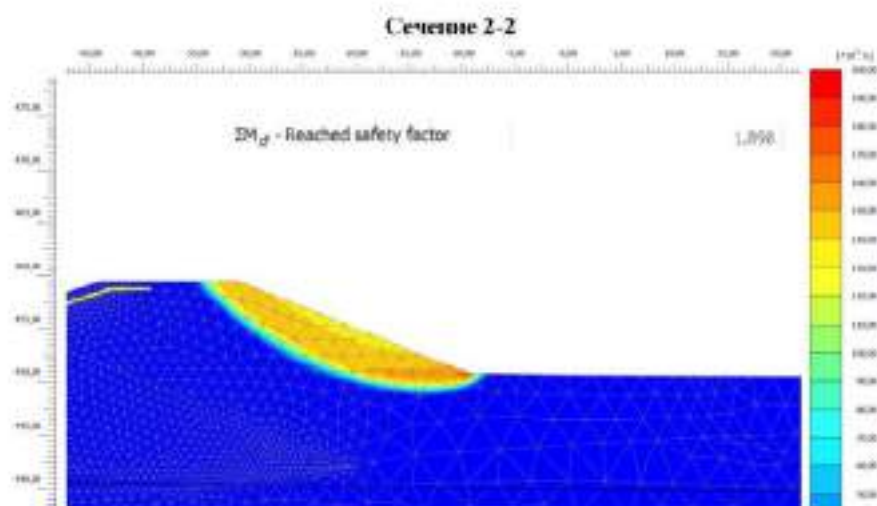


Рисунок И.9 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса отражающей дамбы № 2 после возведения 5-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 2-2)

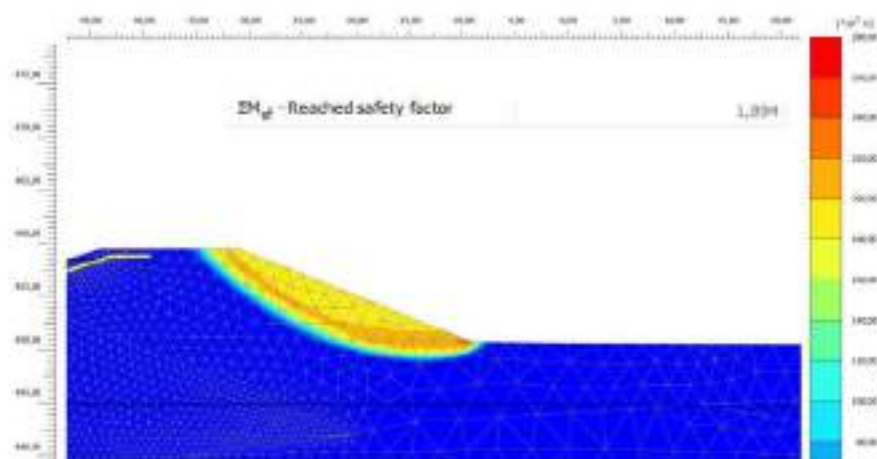


Рисунок И.10 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса отражающей дамбы № 2 после наполнения 5-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 2-2)

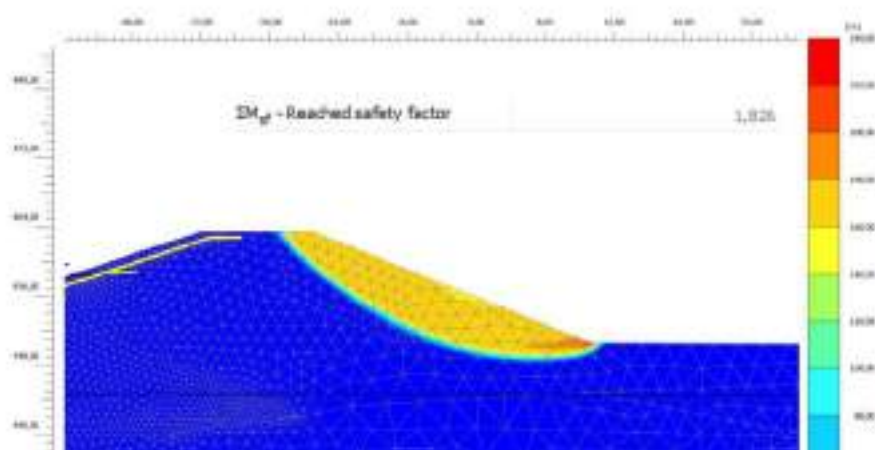


Рисунок И.11 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса ограждающей дамбы № 2 после возведения 6-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 2-2)

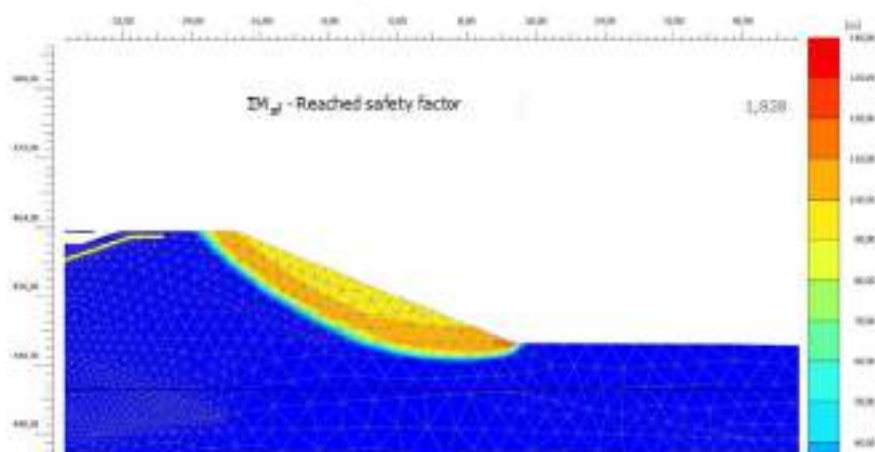


Рисунок И.12 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса ограждающей дамбы № 2 после наводнения 6-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 2-2)



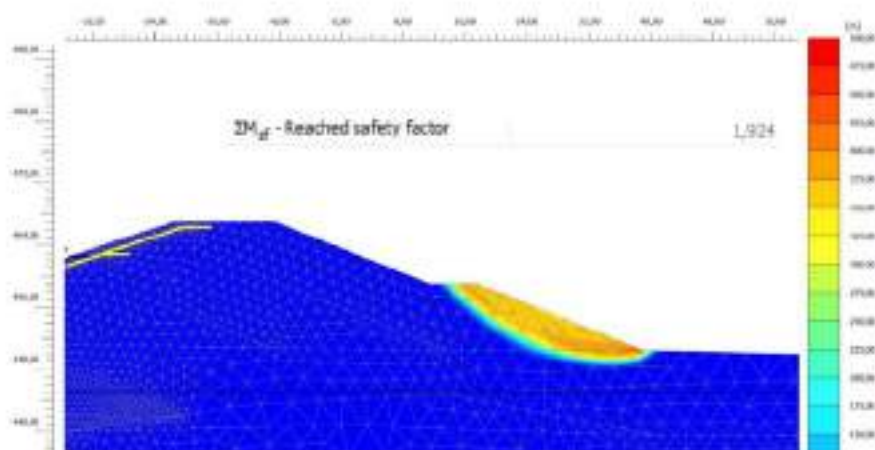


Рисунок И.13 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса ограждающей дамбы № 2 после возведения 7-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 2-2)

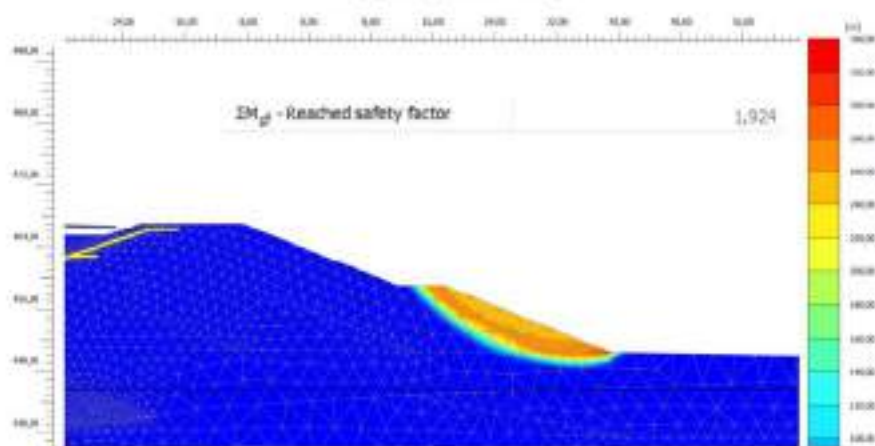


Рисунок И.14 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса ограждающей дамбы № 2 после наводнения 7-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 2-2)



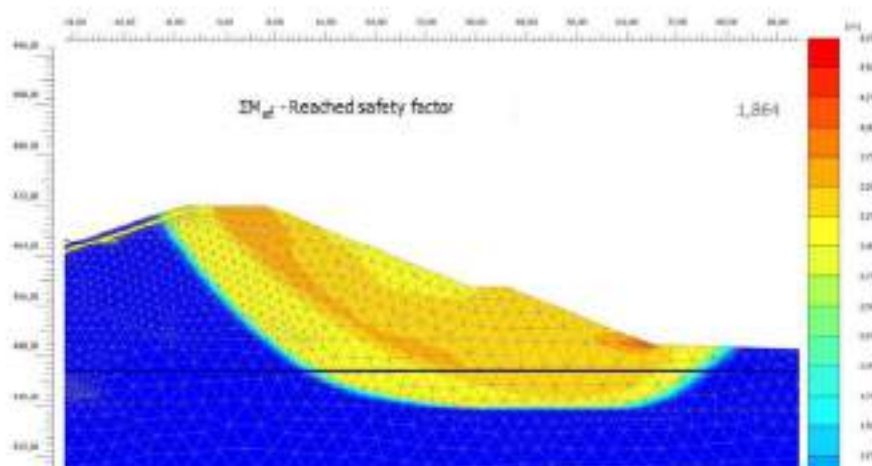


Рисунок И.15 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса ограждающей дамбы № 2 после возведения 8-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 2-2)

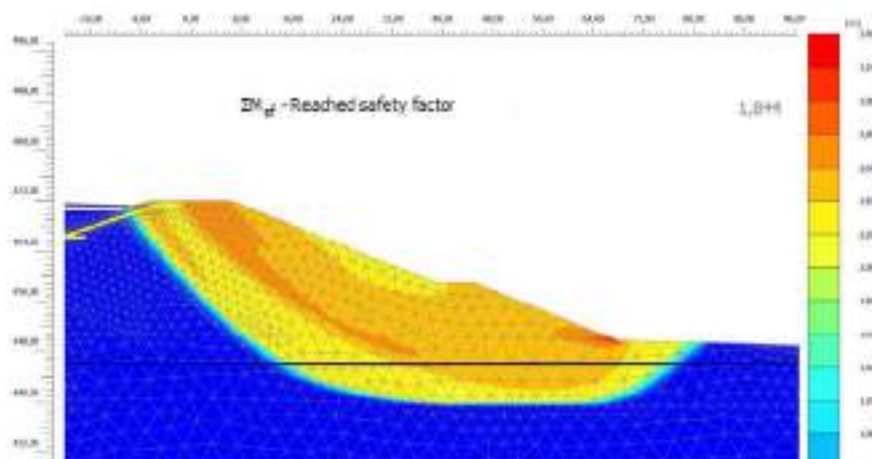


Рисунок И.16 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса ограждающей дамбы № 2 после наводнения 8-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 2-2)

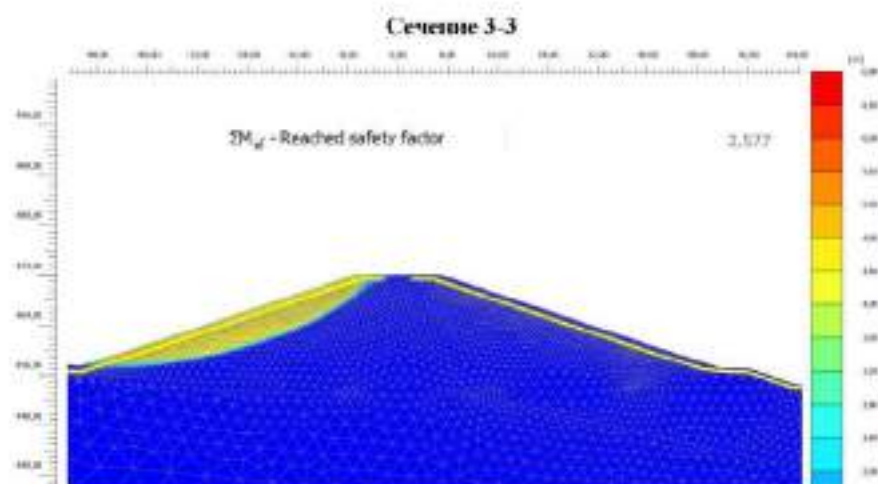


Рисунок И.17 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после возведения 5-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 3-3)

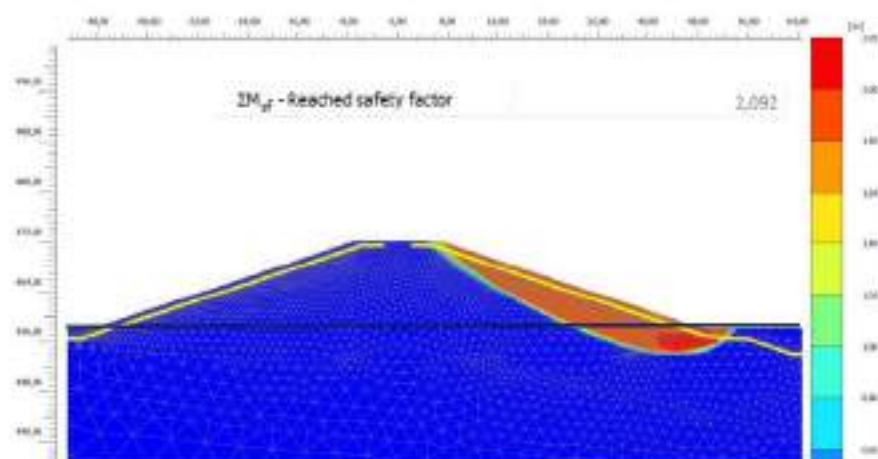


Рисунок И.18 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после наполнения 5-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 3-3)

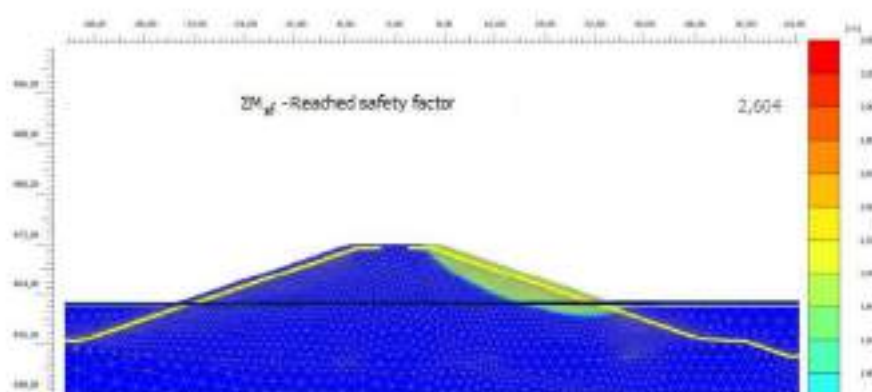


Рисунок И.19 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после наполнения 6-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 3-3)

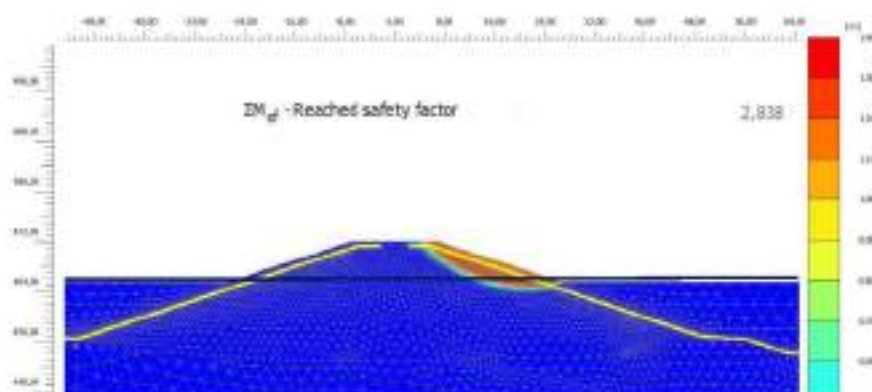


Рисунок И.20 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после наполнения 7-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 3-3)

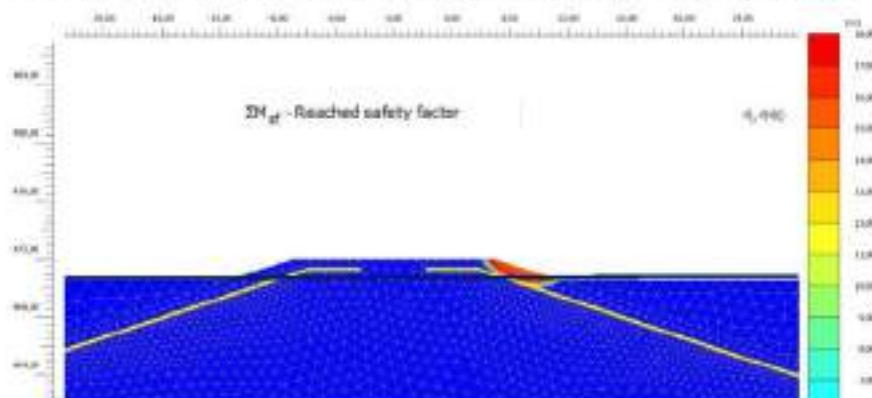


Рисунок И.21 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после наполнения 8-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 3-3)

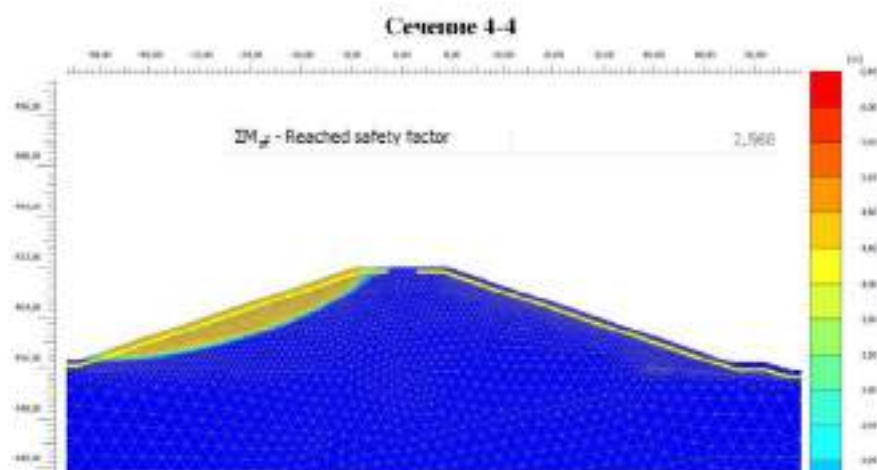


Рисунок И.22 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после возведения 5-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 4-4)

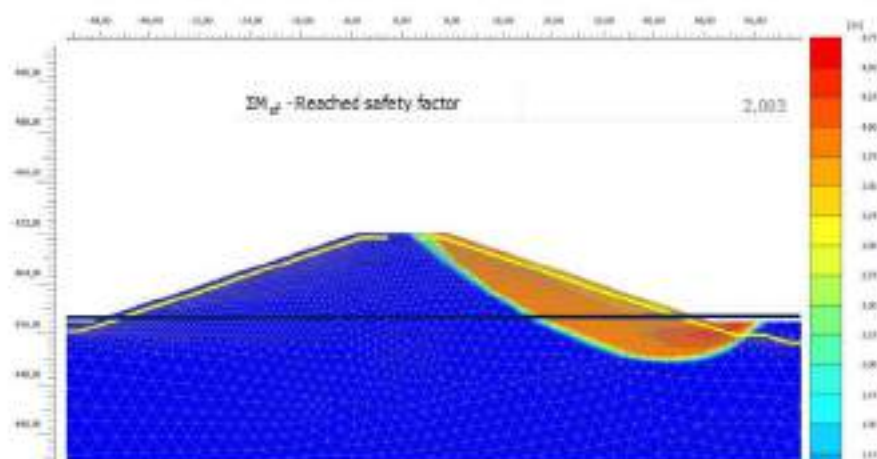


Рисунок И.23 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после наполнения 5-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 4-4)



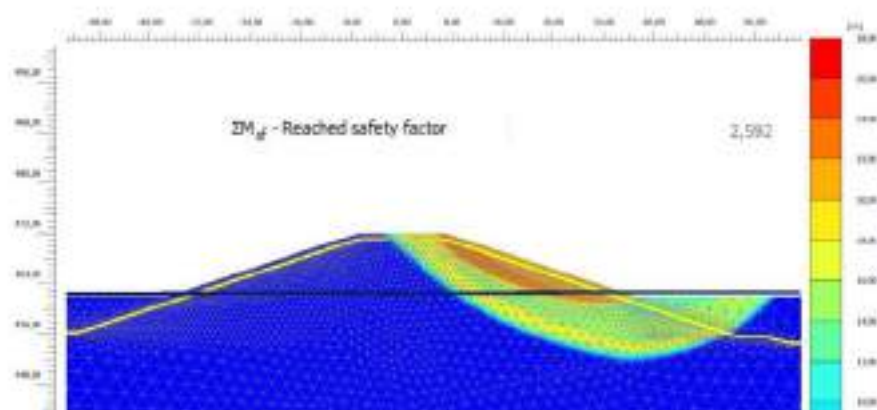


Рисунок И.24 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после наполнения 6-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 4-4)

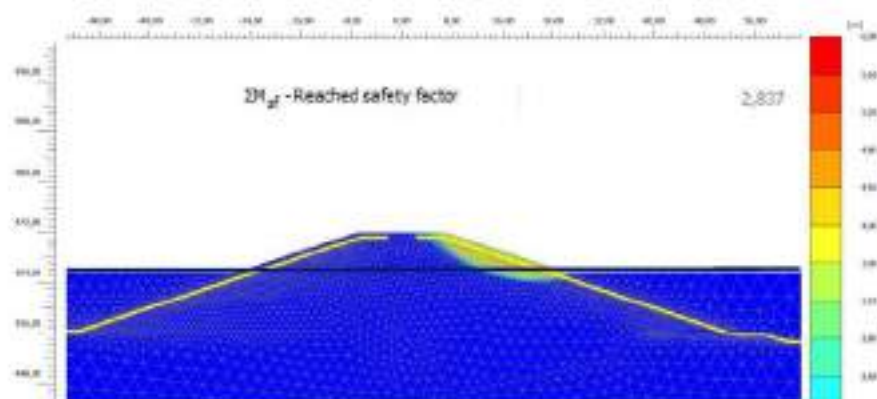


Рисунок И.25 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после наполнения 7-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 4-4)

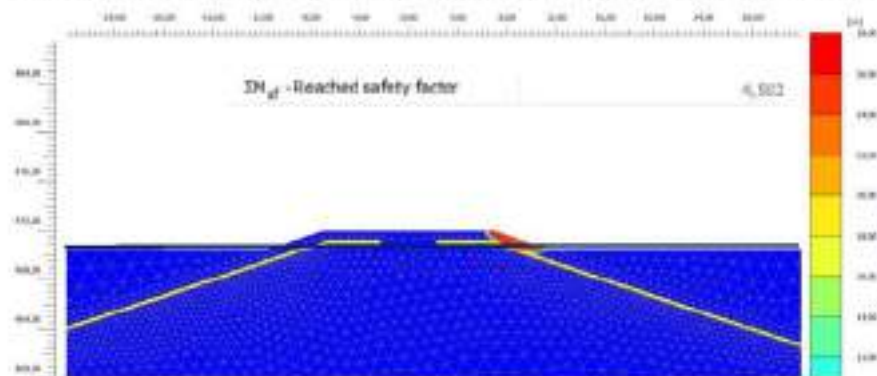


Рисунок И.26 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 5 после наполнения 8-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 4-4)



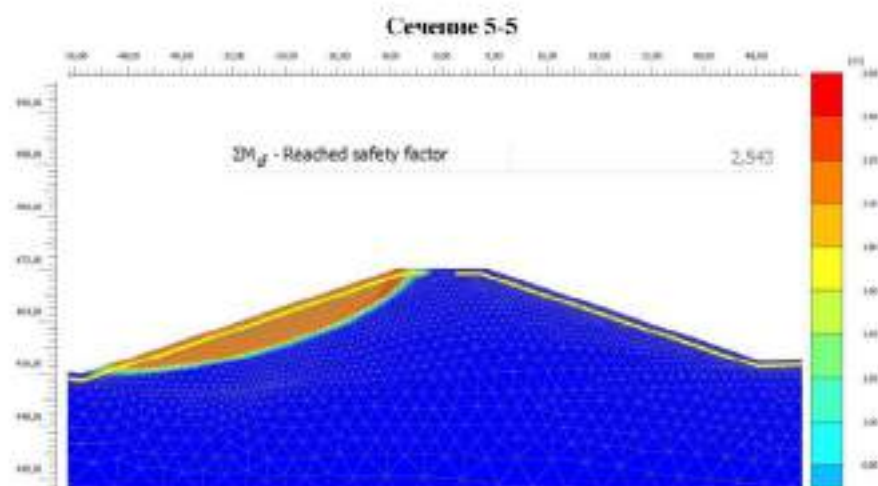


Рисунок И.27 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 6 после возведения 5-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 5-5)

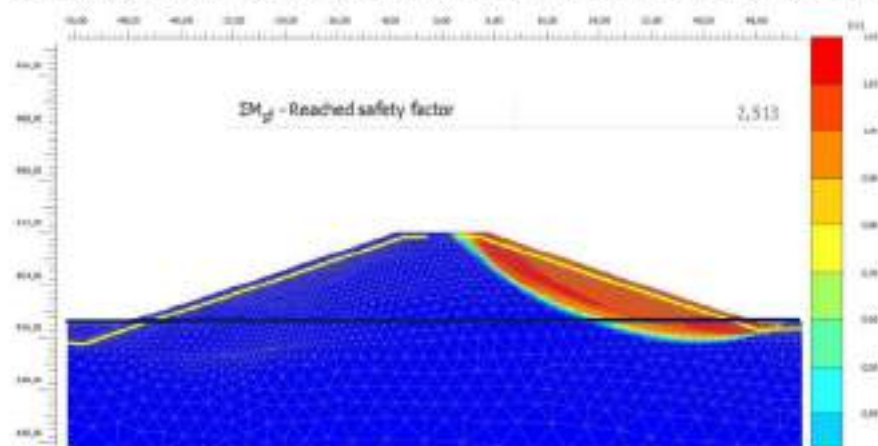


Рисунок И.28 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 6 после наполнения 5-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 5-5)

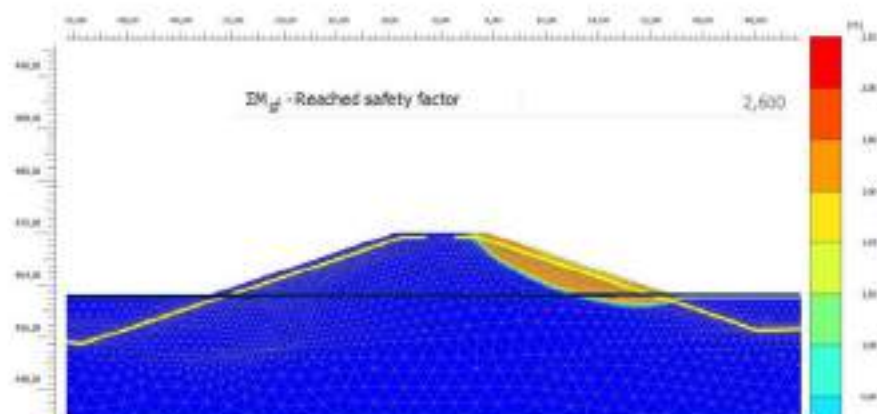


Рисунок И.29 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 6 после наполнения 6-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 5-5)

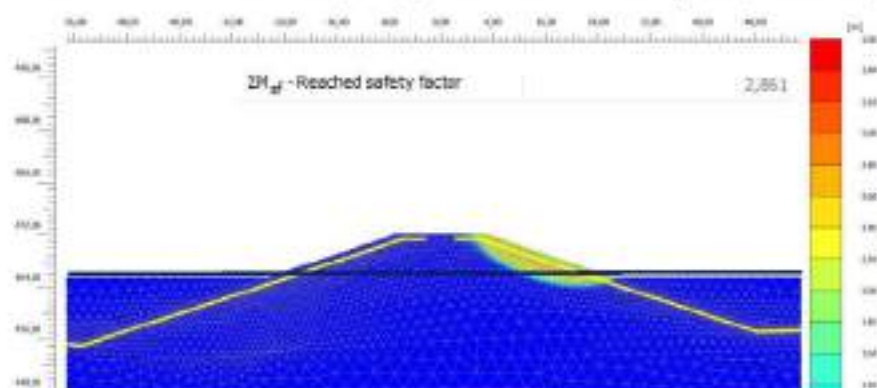


Рисунок И.30 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 6 после наполнения 7-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 5-5)

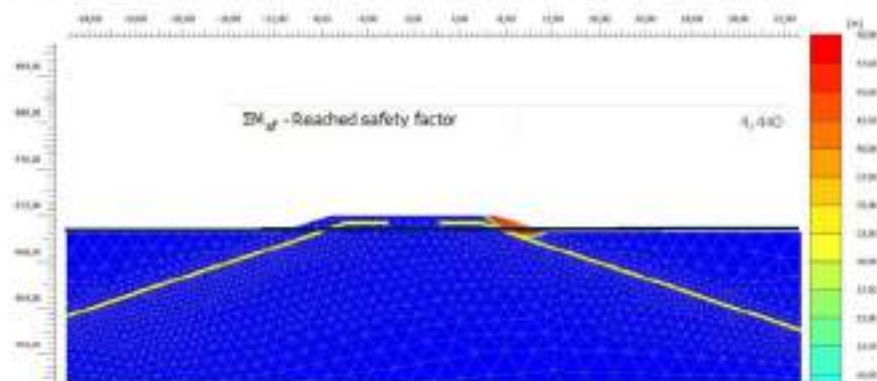


Рисунок И.31 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 6 после наполнения 8-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 5-5)

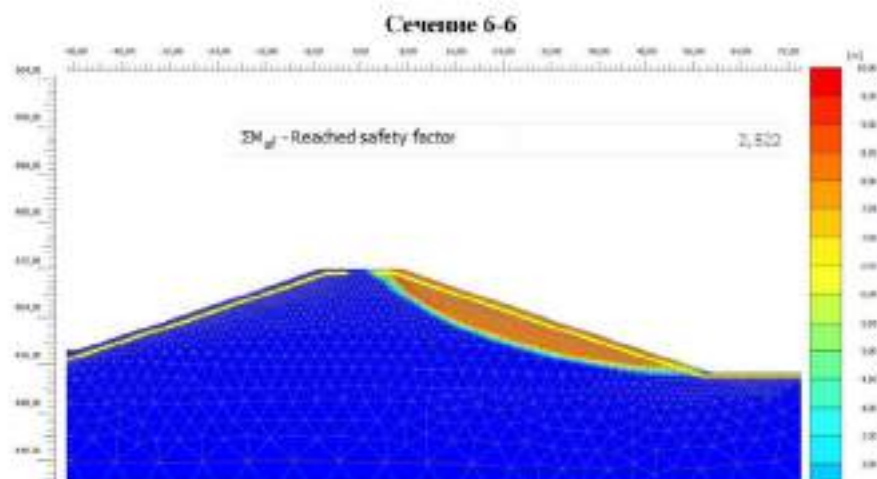


Рисунок И.32 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 7 после возведения 5-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 6-6)

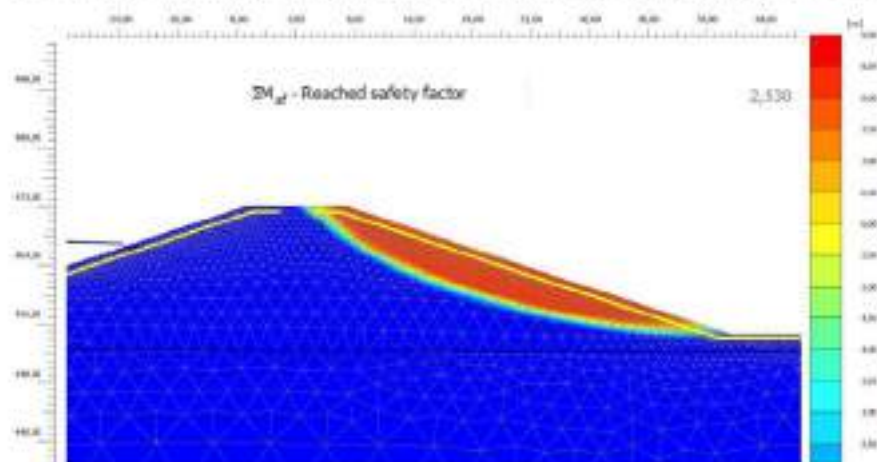


Рисунок И.33 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 7 после наполнения аккумулирующей емкости с учетом сейсмической нагрузки (сечение 6-6)

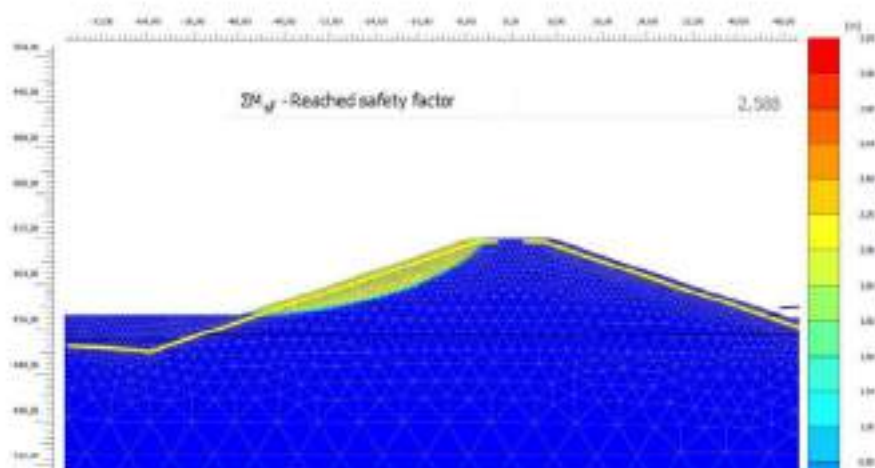


Рисунок И.34 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 7 после наполнения 5-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 6-6)

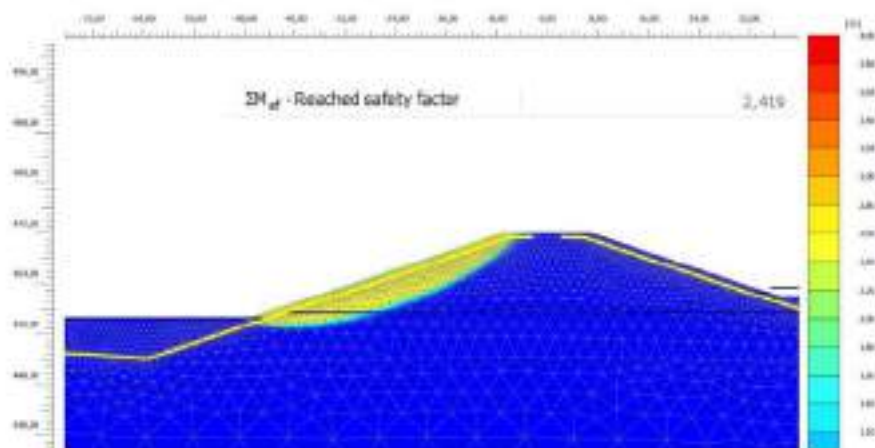


Рисунок И.35 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 7 после наполнения 6-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 6-6)



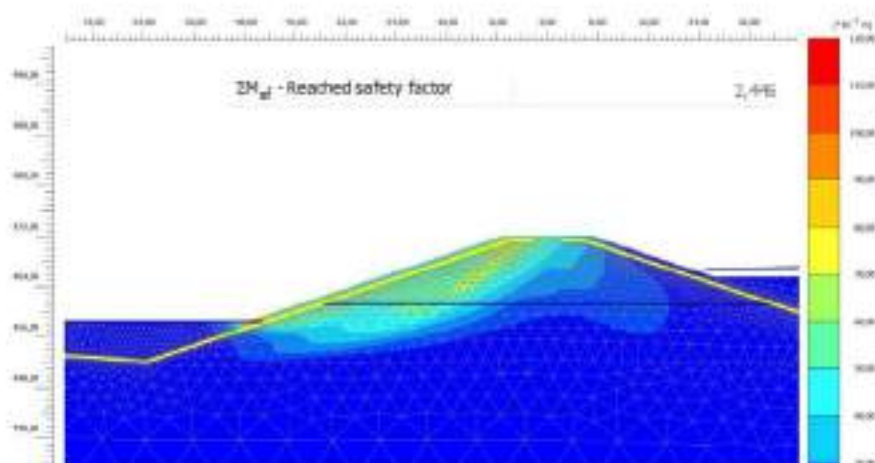


Рисунок И.36 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 7 после наполнения 7-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 6-6)

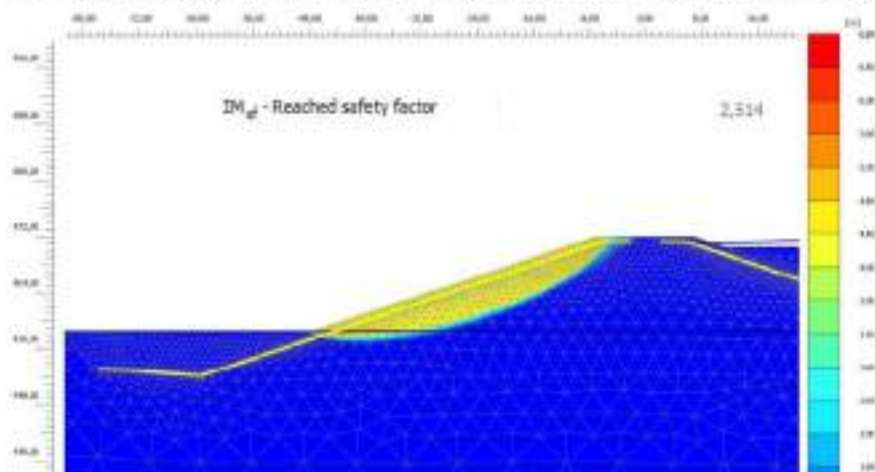


Рисунок И.37 – Положение наиболее опасной поверхности обрушения откоса дамбы № 7 после наполнения 8-й очереди с учетом сейсмической нагрузки (сечение 6-6)



## Приложение Г

### Atarfil HD TM-TMT


**ATARFIL HD**

ATARFIL HD geomembranes are manufactured from best in class Polyethylene (HDPE) resins coupled with specific antioxidant package by the most advanced in-house flat-die technology. This result in a quality and consistency product with maximum durability and long term performance. Scoring the highest STRESS CRACK RESISTANCE value in the industry, together with an unrivalled mechanical and chemical properties, makes it the best choice for any application.

Физические параметры				
Параметры	Стандарт	Ед. изм.	Знач.	Комп.
Плотность-сыр.	ASTM D 792	g/cc	± 0.932	-
Индентированн.	ASTM D 1338 (10°C/2.14 kg)	g/10 mm	≤ 0.45	1 рел. batch
Плотность геомембраны	ASTM D 792	g/cc	0.946 ± 0.006	10000 кг
Содержание углеродной фазы	ASTM D 4318	%	1.5 – 2.5	Классификация
Дисперсия углеродной фазы	ASTM D 5696	Категория	№06-3	20,000 кг
Стабильность параметров	ASTM D 1334 (100°C/1h)	%	± 1.5	Без изменений
Стойкость к окислению при 150°C	ASTM D 746	-	Нет трещин	

Параметры стойкости				
Параметры	Стандарт	Ед. изм.	Знач.	Комп.
Трещиностойкость NCTL Test	ASTM D 5397/ ISO 18488 <sup>(1)</sup>	ч	≥ 2,000	90,000 кг
Срок службы при 150°C (излучение 0.1T) 500 GYT HP 0.1T	ASTM D 3895 ASTM D 5885	мин	≤ 120 ≥ 500	90,000 кг
Стойкость при 150°C HP 0.1T % сохранения после 96 дней	ASTM D 5721 ASTM D 5885	%	≥ 80	Per formulation
Стойкость УФ HP 0.1T % сохранения после 1600ч	ASTM D 7238 ASTM D 5885	%	≥ 75	Per formulation
Окисление 150°C	EN 14579	%	≤ 15	Per formulation

Производственные параметры									
Параметры	Стандарт	Единица	Значения						Число
Толщина	ASTM D 5199	mm	8.75	1.38	1.50	2.00	2.50	3.00	Классификация
Толерантность		%	10						
Механические параметры									
Прочность на разрыв	ASTM D 6493 Тест IV	N/mm	12 (11)	14 (13)	24 (22.5)	32 (30)	39 (37.5)	49 (45)	9,000 kg
Удлинение при разрыве		%	≥ 1.3						
Прочность на разрыв		N/mm	22 (20)	36 (32)	45 (40)	60 (54)	72 (65)	85 (78)	
Удлинение		%	800 (100)						
Сопротивление надрыву	ASTM D 1304	N	≥ 95	≥ 130	≥ 195	≥ 240	≥ 325	≥ 390	20,000 kg
Сопротивление надрыву	ASTM D 4893	N	≥ 250	≥ 390	≥ 485	≥ 630	≥ 790	≥ 930	20,000 kg

Стандартные параметры						
Толщина (mm)	8.75	1.38	1.50	2.00	2.50	3.00
Ширина рулона (м)	Длина рулона (м)					
± 6.30 / 7.50	200	210	140	100	64	70

(1) Indicated frequency is minimum.

(2) Indicated values are average. In brackets minimum values with 95% confidence level.

(3) Carbon black dispersion fully meets specifications for 10 different uses in Categories 1 or 2 only.

(4) Additional information regarding correlation between Test Methods ISO 18488 and ASTM D 5397 available upon request.

The information contained in this document is provided for informational purposes only. Atarfil reserves the right to change this information without prior notice.

AT13001-140, ASTM 2020 Rev 1



## ATARFIL HD TM-TMT

ATARFIL HD TM-TMT is a structured textured geomembrane manufactured from best in class Polyethylene (HDPE) resins coupled with premium antioxidant package by the most advanced in-house flat-die technology. This result in a quality and consistency product with maximum durability and long term performance. The structured texturing process ensure that excellent mechanical properties and Elongation at Break values are maintained, and the consistency of asperity height and spike density result in higher interface friction values than traditional techniques. It also includes non-textured smooth edges for ease of QC testing.



PHYSICAL PROPERTIES				
Property	Test Method	Unit	Value	Frequency <sup>1</sup>
Density of Raw Material	ASTM D 792	g/cc	± 0.932	—
Melt Flow Index	ASTM D 1238 (190°C/0.16 kg)	g/10 min	< 0.40	1 per batch
Density of Geomembrane	ASTM D 792	g/cm <sup>3</sup>	0.94 ± 0.004	90,000 kg
Carbon Black Content	ASTM D 4270	%	2.0 ± 0.0	Per roll
Carbon Black Dispersion	ASTM D 5576	Category	None 3	20,000 kg
Dimensional Stability	ASTM D 1264 (100°C/110)	%	± 1.5	Per day
Low Temperature Brittleness (°C)	ASTM D 746	—	No cracks	Per formulation

ENDURANCE PROPERTIES				
Property	Test Method	Unit	Value	Frequency <sup>2</sup>
Static Crack Resistance <sup>3</sup>	ASTM D 5397/5016A6 <sup>4</sup>	h	≥ 3,000	90,000 kg
Distortive Induction Time (DIT) 500 GIT HP GIT	ASTM D3891/ASTM D 5680	min	≥ 120 ≥ 500	90,000 kg
Disc Aging at 90°C HP GIT % retained after 90 days	ASTM D 5771/ASTM D 5680	%	≥ 80	Per formulation
UV Resistance HP GIT % retained after 1600h	ASTM D 7226/ASTM D 5680	%	≥ 70	Per formulation
Distortion	BS 14075	%	≤ 10	Per formulation

ROUGHNESS				
Property	Test Method	Unit	Value	Frequency <sup>2</sup>
Asperity Height <sup>5</sup>	ASTM D 7460	mm	0.60	Every 2 <sup>nd</sup> roll
Friction Angle <sup>6</sup>	ISO 12957-3	°	≥ 29	—
Spikes Density	—	Spikes/m <sup>2</sup>	82,000	—

MANUFACTURING PROPERTIES							
Property	Test Method	Unit	Value				Frequency <sup>2</sup>
Thickness (Nominal)	ASTM D594	mm	1.0	1.2	1.6	2.2	Per roll
Thickness (Minimum Individual Roll)		%	10				
Mechanical Properties <sup>7</sup>							
Tensile Strength at Break	ASTM D 6672 (Type IV)	N/mm <sup>2</sup>	16 (15)	24 (22.5)	27 (30)	39 (37.5)	9,000 kg
Elongation at Break		%	10.2				
Tensile Strength at Break		N/mm <sup>2</sup>	17.14	25.12	24.12	44.12	
Elongation at Break		%	500 (400)				
Elongation at Break <sup>8</sup>		%	800 (700)				
Tear Resistance	ASTM D 1004	N	≥100	≥190	≥240	≥320	20,000 kg
Puncture Resistance	ASTM D632	N	≥300	≥632	≥548	≥666	20,000 kg

STANDARD SIZES							
Roll Width (m)	1.25		1.50		2.00		2.50
	1.00		1.25		1.50		1.75
	1.25		1.50		1.75		2.00
Roll Length (m)	100		100		100		100
Roll Weight (kg)	1,250		1,875		3,000		3,750

(1) Indicated frequency is minimum.

(2) Indicated values are in and apply to the laboratory conditions with 5% coefficient of variation.

(3) Carbon Black Dispersion is by mass of the total carbon content by 10 different sizes. In Categories 1 to 3 only.

(4) Additional information regarding individual test methods (ASTM D 5680 and ASTM D 5771) available upon request.

(5) Test conducted using proprietary spray method are available.

(6) Using a proprietary procedure of 1000g/min.

(7) Indicated values are in and apply to the laboratory conditions.

(8) Values obtained from growth permeation test.

The information is provided for reference purposes. ATARFIL assumes no liability or responsibility for use of this information or the final use of this product. It may be subject to change permanently.

ATARFIL HD TM-TMT, ASTM D594/594.02/594.03



Manufacturing plants: Atarfil | Europe | Middle East | America

Sales offices: Spain, U.A.E., USA, Mexico, Turkey, India, South Africa and Australia.

**Safe Containment**  
Waste Water Mining

## Приложение Д

### Характеристики геотекстиля защитного Atarfil



**GTX NWH/NP** <sup>08700</sup>

Geotextiles are manufactured from 100% virgin polypropylene (PP) polymer and are UV stabilized.

Mechanical Properties	Test	Units	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Tensile Strength – MD	EN ISO 10319	kN/m	48	48	50	55	55	58	64	70	80
Tensile Strength – XD	EN ISO 10319	kN/m	48	48	50	55	55	58	64	70	80
Elongation at break – MD	EN ISO 10319	%	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Elongation at break – XD	EN ISO 10319	%	75	75	75	75	75	75	75	75	75
CBR Puncture Resistance	EN ISO 12235	N	7500	8150	8750	9500	10000	11000	12200	13200	14250
Dynamic Cone Drop	EN ISO 13403	mm	5	4	3	3	2	1	0	0	0
Pyramid Puncture	EN ISO 14574	N	685	730	800	870	960	1030	1250	1350	1475

Hydraulic Properties	Test	Units	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Permeability	EN ISO 11058	m/s. 10 <sup>-9</sup>	34	33	38	25	25	23	21	20	29
Waterflow normal to the plane	EN ISO 11058	litre/s	34	33	28	25	25	23	21	20	29
Characteristic Opening Size	EN ISO 12266	µm	60	60	60	50	50	55	55	55	55

Physical Properties	Test	Units	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Polymer Type			100% Virgin Polypropylene								
Thickness under 2 kPa	EN ISO 9893-1	mm	4.5	4.7	5.0	5.4	5.8	6.4	7.0	7.4	7.8
Mass Per Unit Area	EN ISO 9894	g/m <sup>2</sup>	600	638	700	750	800	900	1000	1100	1200
Roll Width		m	590	590	590	590	590	590	590	590	590
Roll Length		m	50	50	50	50	35	35	35	35	35
40' Container Load (+/-10%)		m <sup>2</sup>	11800	11210	10620	10030	9912	9085	7947	7947	7434
Full Truck Load (+/-10%)		m <sup>2</sup>	10030	10030	10030	10030	9912	9489	7021	7021	7021
Roll Diameter (+/-10%)		cm	51	52	53	55	48	48	52	53	55

Durability		
UV Protection	EN 12224	Retained Strength of > 70% after 50 M.J/m <sup>2</sup> exposures. To be covered within 6 months after installation. Predicted to be durable for more than 25 years in natural soils with 4 cm pH < 6 and soil temperature < 75 °C
Oxidation Resistance	EN ISO 11438	Retained Strength > 90% at (110±1) °C after 14 days exposure.
Chemical Resistance	EN 14030	Excellent

*Values reported in this data sheet are the average results obtained in a laboratory and are subject to manufacturing tolerances. The products are tested on regular basis on periodic basis by international independent laboratories.*

*\*Co-Monster, belonging to the Environmental and Quality Integrated System of Atarfil.*

#### Notes:

- It is the responsibility of all users to satisfy themselves that the above data is current.
- The above figures are average values obtained from testing to current EN geotextile test standards. Although not guaranteed, these results to the best of our knowledge offer a true and accurate record of the products' performance.
- We cannot accept responsibility for the performance of these products as the conditions of use are beyond our control.
- Installation details and storage guidelines are available on request.
- This document should not be construed as engineering advice.



Atarfil Europe: Ctra. de Corroza, Km 129 - Campesio G. Ray - E-08230 Atarfil - BARCELONA - SPAIN - Tel: +34 938 629 289 - Fax: +34 938 629 128  
 Atarfil Middle East: P.O. Box 255122 - Jebel Ali - DUBAI - U.A.E.  
 Atarfil America: 524 Moore Avenue - Su/108, VA 23434 - Tel: +1 757 648 9431 / +1 757 266 3880  
[www.atarfil.com](http://www.atarfil.com)



## Приложение Е

### Крепление верхового откоса

#### 1. Расчет крепления верхового откоса

##### Использованная литература:

1. СП РК 3.04-107-2014 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов).
2. СП РК 3.04-105-2014 Плотины из грунтовых материалов.

##### 1.1 Определение веса и диаметра камней для крепления откоса

Масса отдельного элемента  $m$ , соответствующая состоянию его предельного равновесия от действия ветровых волн вычисляется согласно СП РК 3.04-107-2014 [1] по формуле 1.1:

$$m = \frac{3,16 k_{ff} \rho_m h_{1\%}^3}{\left(\frac{\rho_m}{\rho} - 1\right)^3 \sqrt{1 + \operatorname{ctg}^2 \varphi}} \cdot \sqrt{\frac{\lambda_d}{h_{1\%}}}, \quad (1.1)$$

где  $k_{ff}$  – коэффициент, принимаемый по таблице 13 СП РК 3.04-107-2014 [1], для камня  $k_{ff} = 0,025$ ;

$\rho_m = 2,4 \text{ т/м}^3$  – плотность материала крепления;

$\rho = 1,0 \text{ т/м}^3$  – плотность воды;

$\varphi$  – угол наклона откоса к горизонту;

$h_{1\%}$  – высота волны 1 % обеспеченности, определенная в приложении Б;

$\lambda_d$  – средняя длина волны, определенная в приложении Б.

К получившемуся значению массы камня вводится коэффициент надёжности по ответственности сооружения,  $\gamma_n = 1,25$ , принятый по СП РК 3.04-105-2014 таблица 9.

Расчетный диаметр камня, приведенного к шару,  $D$  определяется по формуле 1.2:

$$D = \sqrt[3]{\frac{6m}{\pi \rho_m}}. \quad (1.2)$$

Результаты расчета по определению массы отдельного элемента и диаметра камня для крепления верхового откоса дамб в хвостохранилище сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 сведены в таблицу (Таблица 1.1).

Таблица 1.1 - Результаты расчета по определению массы и диаметра камня для хвостохранилища сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2

№ Очереди	Средняя длина волны $\lambda_{ср}$ , м	Высота волны 1 % обеспеченности $h_1$ %, м	Масса отдельного элемента, $m \cdot \gamma_n$		Размер камня, $D$	
			т	кг	м	мм
Ограждающая дамба № 1						
5-я очередь	2,75	0,39	0,00262	2,62	0,128	130
6-я очередь	2,76	0,39	0,00263	2,63	0,128	130
7-я очередь	2,78	0,40	0,00271	2,71	0,129	130
8-я очередь	2,78	0,40	0,00271	2,71	0,129	130

№ Очередь	Средняя длина волны $\lambda_d$ , м	Высота волны 1 % обеспеченности $H_{1\%}$ , м	Масса отдельного элемента, кг $\gamma_n$		Размер камня, D	
			т	кг	м	мм
Оградительная дамба № 2						
5-я очередь	2,79	0,40	0,00275	2,75	0,130	130
6-я очередь	2,79	0,40	0,00275	2,75	0,130	130
7-я очередь	2,82	0,40	0,00278	2,78	0,130	130
8-я очередь	2,82	0,40	0,00278	2,78	0,130	130
Дамба № 5						
5-я очередь	2,79	0,40	0,00275	2,75	0,130	130
Дамба № 6						
5-я очередь	2,41	0,35	0,00178	1,78	0,112	120
Дамба № 7						
5-я очередь	2,79	0,40	0,00275	2,75	0,130	130

Толщина крепления из каменной наброски согласно СП РК 3.04-105-2014 п. 5.4.9 должна быть не менее  $3d_{с.к.}$ .

Для крепления верхнего откоса дамб в хвостохранилище сульфидной флотации и склада углеродного продукта № 2 принимается каменная наброска из камня  $d_{ср} = 130$  мм,  $t = 0,3$  м.



Приложение Ж  
ТКП ДП-598 от 10.11.2023



Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU



ТЕХНИКО-КОММЕРЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ № ДП-598 от 10.11.2023

для ТОО «БП»

НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ CHZMEK- PST 290/82

ООО «ЧЗМЗН»  
НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
в сборно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебозаводская, 5  
тел./факс: (351) 729-91-06, 722-41-44  
e-mail: zivko@chzme.ru



Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

## 1. ИНФОРМАЦИЯ О КОМПАНИИ

ООО «Челябинский завод мобильных энергоустановок и конструкций» занимается решением задач в сфере обеспечения промышленных предприятий надежным пожарным, насосным, компрессорным, газоразделительным и трансформаторным оборудованием в блочно-модульном исполнении. Предлагаемые нами решения строятся на основе использования современного, качественного и надежного оборудования и материалов как российского производства, так и известных зарубежных производителей.

Квалифицированные сотрудники ООО «Челябинский завод мобильных энергоустановок и конструкций» помогут Вам разработать проект, подобрать оборудование, установить и ввести его в эксплуатацию, как в блочно-модульном исполнении, так и в уже существующих капитальных помещениях. Мы производим поставку расходных материалов и запасных частей к поставленному оборудованию, проводим сервисное обслуживание, гарантийный и постгарантийный ремонт.

Действующая система менеджмента качества, высококвалифицированный коллектив, индивидуальный подход, полный пакет разрешительной документации - залог стабильно высокого качества нашей продукции.

### ЧЗМЭК СЕГОДНЯ:



**Более 10 лет**  
успешной  
работы



**Более 1000**  
успешно реализованных  
проектов



**Более 250**  
квалифицированных  
специалистов



**8000 м²**  
площадь  
производства



**Экспертный  
подход**  
и выполнение проектов



**Быстрореагируемое  
производство**

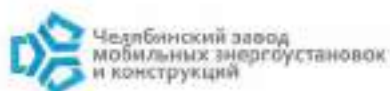


**Полный пакет  
разрешительной  
документации**

### НАШИ КЛИЕНТЫ:

Среди них такие известные российские и зарубежные компании, как ПАО «Газпром», «Салым Петролеум Девелопмент Н.В.», ООО «Ильский НПЗ», АО «Сибирская Сервисная Компания», ОАО «Российские железные дороги», ERIELL GROUP, ПАО «Лукойл», Schlumberger, ПАО «Новатэк», ООО «Уральская горно-металлургическая компания», ПАО «Северсталь», Polyus Gold International, ПАО «НК «Роснефть» и многие другие.

ООО «ЧЗМЭК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск, ул. Хлебозаводская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzme.ru



WWW.CHZMEK.RU

**2. ПРЕДМЕТ ПРЕДЛОЖЕНИЯ:****НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ CHZMEK- PST 290/82****2.1 Основные технические характеристики:**

Габаритные размеры здания (ДхШхВ*), мм	10500х3300х3400
Температура внутри станции	от +5 до +35°C
Категория надежности электроснабжения	III
Степень огнестойкости станции	IV
Напряжение питания / частота тока / кол-во фаз	380/ 50/ 3
Количество вводов электропитания	1
Установленная мощность, кВт, не более	230
Расчетная мощность, кВт, не более	218
Сейсмичность	6

Наименование	-	Грунтовая вода
Плотность	т/м³	1,0
Вязкость	сПа	-
Водородный показатель	-	7,2-7,4
Твердые включения (содержание)	%	-
Твердые включения (размер)	мм	до 5,0
Температура минимальная	°C	2
Температура максимальная	°C	12
pH воды в хвостохранилище	-	9,0-11,0

ООО «ЧЗМЭК»  
 насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
 в блочно-модульном исполнении  
 г. Челябинск ул. Хлебобулочная, 5  
 тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
 email: zakaz@chzmekek.ru



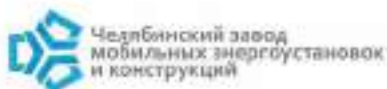


## 2.2 Климатические параметры района эксплуатации

Наименование	Ед. изм.	Значение
Место размещения		Республика Казахстан, область Абай, Жарминский район, посёлок Ауэзов, в 74 км от административного центра с. Калбатау
Высота над уровнем моря	м	—
Барометрическое давление (СП РК 2.04-01-2017)	гПа	986,5
Сейсмичность района строительства (по СП РК 2.03-30-2017)	балл	6
Климатический район		III
Климатический подрайон		-
Абсолютная минимальная температура воздуха	°C	-50,5
Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,96	°C	-46,0
Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92	°C	-44,0
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,96	°C	-40,7
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92	°C	-37,3
Средняя минимальная температура воздуха наиболее холодного месяца	°C	-20,7
Продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха $\leq +8^{\circ}\text{C}$	дней	170
Средняя температура воздуха периода со среднесуточной температурой воздуха $\leq +8^{\circ}\text{C}$	°C	-9,6
Абсолютная максимальная температура воздуха	°C	+45,0
Средняя температура воздуха тёплого периода обеспеченностью 0,96 (по СП РК 2.04-01-2017)	°C	+
Средняя температура воздуха тёплого периода обеспеченностью 0,95 (по СП РК 2.04-01-2017)	°C	+25,0
Средняя максимальная температура воздуха наиболее тёплого месяца	°C	+28,5
Средняя годовая относительная влажность воздуха:		
- холодного периода (X-IV)	%	73
- тёплого периода (V-IX)	%	60
Нормативное значение веса снегового покрова (III район по НТП РК 01-01-3.1)	кН/м <sup>2</sup>	2,4
Средняя годовая толщина стенки гололеда	мм	-
Нормативная толщина стенки гололеда по ПУЭ	мм	20
Нормативное значение ветрового давления (IV район по НТП РК 01-01-3.1)	кПа	0,77
Максимальная скорость ветра – обеспеченность 20 %	м/с	-
Максимальная скорость ветра – обеспеченность 5 %	м/с	23

ООО «ЧЗМЭК»

насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполненииг. Челябинск, Хлебобоваровская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
email: zakaz@chzme.ru



WWW.CHZMEK.RU

**3 НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ CHZMEK- PST 290/82****3.1 КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВЛЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ\***

№	Наименование	Кол-во, шт.
1	Блок-бокс 10500х3300х3400. Степень огнестойкости – IV. Здание блочного типа с негорючим минераловатным утеплителем в стенах – МБУ 150 мм. Стеновые панели – трехслойные типа «Сэндвич» с обшивкой из оцинкованного профилированного окрашенного листа толщиной 0,5 мм. Предусмотрена окраска в фирменные цвета заказчика.	1
2	Насосный агрегат КИТ КПА 145/82.100.75.380 Q= 145 м³/час, Н = 82 м. вод. ст. Электродвигатель 75 кВт. (2 рабочих/ 1 резервный)	3
3	Заглубленная емкость D=2900мм*, H=5500мм (материал – сталь) -Лестница; Сороулавливающие корзины на подводящих трубопроводах -Комплект утепления h=2500мм; -Крышка/люк	1
4	Заглубленная емкость D=2500мм*, H=5500мм* (материал – сталь) -Лестница; Сороулавливающие корзины на подводящих трубопроводах -Комплект утепления h=2500мм; -Крышка/люк	1
5	Шкаф автоматики -ОВЕН ППК110 -Панель оператора Weintek MT8071IE	1
6	Щит вводно-распределительный -автоматы и контакторы CHINT/Hyundai -ПЧ Veda для насосов 75 кВт – 1 шт -УПП для насосов 75 кВт – 2 шт	1
7	Система освещения (светодиодные светильники) рабочее, аварийное, наружное.	1 компл.
8	СКУД и ОС на базе ППКОП «Болит». Предусмотрены первичные средства пожаротушения: огнетушители ОП.	1 компл.
9	Система вентиляции: Приточно-вытяжная система вентиляции, система кондиционирования для ассимиляции тепло избытков от солнечной радиации и работающего оборудования, в том числе электродвигателей 75 кВт и преобразователей частоты.	1 компл.
10	Система отопления: электроконвекторы IP24 со встроенными терморегуляторами.	1 компл.
11	Трубопроводные детали (трубопровод стальной, тройники, отводы, переходы, фланцы). Материал ст20/09Г2С.	1 компл.
12	Трубопроводная арматура: Дисковые поворотные затворы с рукояткой/редуктором; Дисковый поворотный затвор с электроприводом на трубопроводе опорожнения; Вантуз; Обратные клапаны; Краны шаровые.	1 компл.
13	Электроснабжение (гермоввод, кабельная продукция внутри станции).	1 компл.

ООО «ЧЗМЭК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск, Хлебобулочная, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 729-43-44  
e-mail: zakaz@chzme.ru





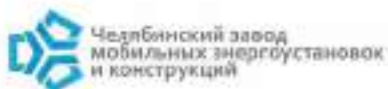
Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

14	<b>Приборы КИПиА:</b> - Датчик избыточного давления (4-20 мА, без индикатора) - 4 шт - Манометры/Мановакуумметры – 3 шт - Датчик температуры (4-20 мА, без индикатора) - 1 шт - Уровнемер радарный для колодца – 1 шт. - Расходомер электромагнитный РСЦ – 1 шт.	1 компл.
15	<b>Комплект ЗИП:</b> - Комплект межфланцевых прокладок – 1 шт., - Болты, гайки, шайбы – 1 компл. - Переход сталь/полиэтилен (патрубок Ду250 с фланцами, общей длиной 500 мм) – 1 шт	1 компл.
16	<b>Грузоподъемное оборудование:</b> - таль ручная цепная – 1 шт	1 компл.

ООО «ЧЗМК»  
 насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
 в блочно-модульном исполнении  
 г. Челябинск, Хлебобоваровская, 5  
 тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
 email: zakaz@chzme.ru





WWW.CHZMEK.RU

## 3.3 РАСЧЕТ СТОИМОСТИ

№ п/п	Наименование	Цена за ед. руб., с НДС 0%	Кол-во, компл.	Стоимость руб., с НДС 0%
1	Насосная станция водоснабжения CHZMEK- PST 290/82	28 675 212, 00	1	28 675 212, 00
Итого стоимость руб. (с НДС 0%), руб.				28 675 212, 00

**Условия оплаты за оборудование:** 40%, 60 % по факту поставки в течение 10 календарных дней.

**Доставка:** ДАР - Поселок Ауэзов, область Абай, Республика Казахстан (включена в стоимость оборудования).

**Срок изготовления:** 100 рабочих дней с момента внесения предоплаты, подписания договора и согласования конструкторской документации.

**ШМР и ПНР\*:** шеф-монтажные и пуско-наладочные работы на объекте по адресу Поселок Ауэзов, область Абай, Республика Казахстан включены в стоимость оборудования.

**Гарантия:** составляет 12 месяцев с момента подписания актов ПНР, но не более 18 месяцев с момента отгрузки.

\*Разгрузочные, монтажные работы и обучение персонала заказчика не входят в комплект поставки ООО «ЧЗМЭК».

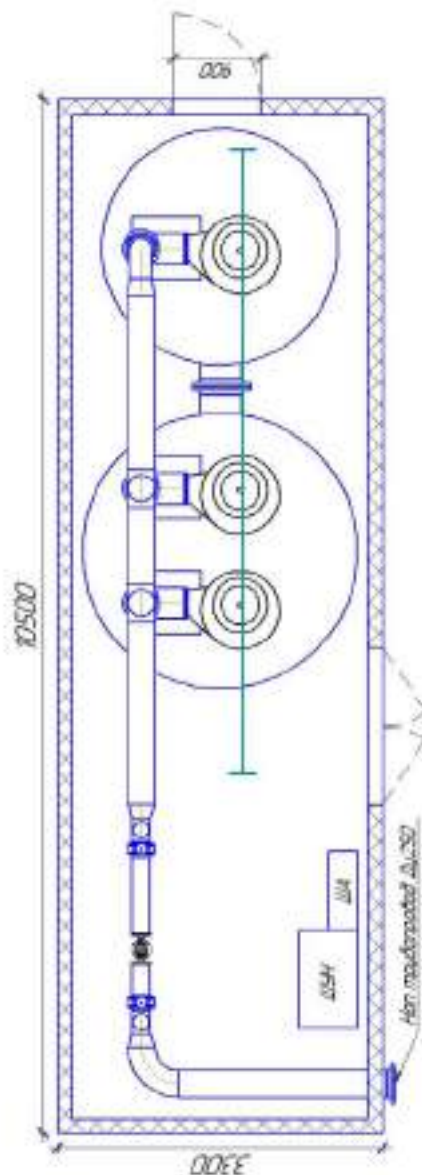
Исполнитель:  
Гафиятуллин Ильдар Айдарович,  
Руководитель проектов ООО «ЧЗМЭК»,  
тел./факс: +7(351)729-91-06 (доб. 139)  
мобильный: +7(912) 801 14 22,  
e-mail: [139@chzmek.ru](mailto:139@chzmek.ru)

ООО «ЧЗМЭК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебодаровская, 5  
тел./факс: (351) 729-91-06, 229-43-44  
e-mail: [zakaz@chzmek.ru](mailto:zakaz@chzmek.ru)





### 3.3 ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ЧЕРТЕЖ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ CHZMEK



Отметка фундамента для установки станции 419,00, отметка подводящих трубопроводов (2хДу200, 1хДу400) 416,3, отметка дна колодца 413,673.

ООО «ЧЗМК»

НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
в блочно-модульном исполнении

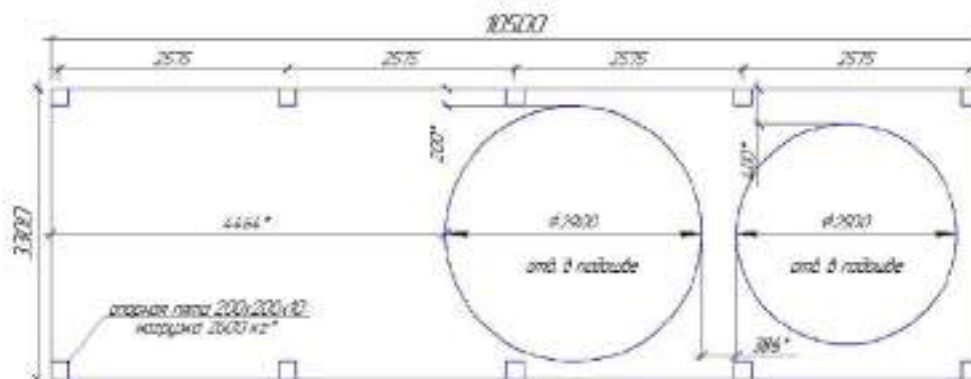
г. Челябинск ул. Хлеболовская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzmek.ru



Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

#### СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ОПОРНЫХ ПЯТ



Указания по монтажу подземных емкостей

1. Земляные работы при монтаже подземных емкостей проводить в соответствии с требованиями проектной документации с учетом СН РК 4.01-03-2011 "Водоотведение. Наружные сети и сооружения", СП РК 5.01-102-2013, СН РК 5.01-02-2013 "Основания зданий и сооружений" и иные НТД РК.

2. Подземные ёмкости, монтируются на фундаментные плиты, размеры плит определяются проектом, толщина плиты определяется проектом, с помощью анкерных болтов. Монтаж в грунт без подготовки основания не допускается.

3. Уклон боковых стенок отсыпки емкостей определяет лицензированная проектная организация и устанавливает соответствующие требования в проектной документации. Угол уклона  $\alpha$  зависит от характеристик грунта отсыпки и в общем случае для каждого типа грунта определяется по таблицам в справочной литературе.

4. Верхний слой обсыпки над поверхностью (защитный слой обсыпки), толщиной не менее 200 мм, должен быть укреплен от ветровой эрозии, смывания грунта обсыпки дождевыми и талыми водами, прочих факторов, способных оказать влияние на изменение высоты обсыпки над поверхностью оборудования.

5. Подготовить основание под емкости, выровнять по горизонтали в продольном и поперечном направлениях, песчаное основание уплотнить, степень уплотнения не ниже 0,95 по Проктору.

6. Установить на подготовленное основание. Перемещение емкости и его составных частей с использованием грузоподъемных кранов и механизмов допускается только с применением текстильных строп соответствующей грузоподъемности. Производство работ осуществляется в соответствии с требованиями РД 10-107-96 "Типовая инструкция для стропальщиков по безопасному производству работ грузоподъемными машинами" и других нормативных документов, утвержденных Госгортехнадзором России.

7. Произвести засыпку и подбивку вручную пазух вокруг основания. Подбивку производить сплошной, уплотнение слоев производить ручным инструментом, исключающим возможные повреждения корпуса резервуара.

ООО «ИНЭК»  
НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
Всего 40 модульных исполнения  
г. Челябинск, ул. Хлебодаровская, 5  
тел./факс: (351) 729-91-06, 225-41-44  
e-mail: zakaz@innek.ru



## ПОЛИМЕТАЛЛ

АО «ПОЛИМЕТАЛЛ ИНЖИНИРИНГ»

## Технологические решения. Пояснительная записка





Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

8. Подбивку пазух производить песком. Материал подбивки не должен содержать строительного мусора, твердых частиц (комков) крупностью более 20 мм и твердых включений (камней и т.п.).
9. Произвести первичную послойную песчаную обсыпку вокруг емкости, с последующей утрамбовкой каждого слоя. Высота слоев не более 250 мм.
10. Утрамбовку слоев первичной обсыпки производить ручным инструментом, исключающим возможные повреждения корпуса. Обеспечить максимально возможное уплотнение слоев первичной обсыпки.
11. Материал первичной обсыпки не должен содержать строительного мусора, твердых частиц (комков) крупностью более 20 мм и твердых включений (камней и т.п.).
12. Толщина защитного слоя первичной обсыпки над поверхностью резервуара должна быть не менее 400 мм.
13. Окончательная обсыпка емкости осуществляется поверх защитного слоя первичной обсыпки песком либо местным (привозным) грунтом, исключающим твердые включения размером более 200 мм и строительный мусор.
14. Окончательную обсыпку производить послойно. Высота слоев не более 350 мм для песка, не более 300 мм для супеси и суглинка, не более 250 мм для глины.
15. Обеспечить максимально возможное уплотнение слоев окончательной обсыпки.

ООО «ЧЗМК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск, ул. Хлебозаводская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzme.ru







Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

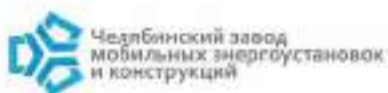
WWW.CHZMEK.RU

### 3.4 ВИДЫ ИСПОЛНЕНИЯ СТАНЦИЙ ЧЗМЭК

Модульные станции, выпускаемые предприятием, являются функционально завершенным изделием полной заводской готовности, конструктивно оформленным как самостоятельный продукт и, в зависимости от своего назначения, включают в себя полный комплект технологического оборудования, установленного в специально спроектированном сооружении (блок-боксе), контейнере или на раме-основании.



ООО «ЧЗМЭК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск, ул. Хлебодаровская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzmelek.ru



WWW.CHZMEK.RU

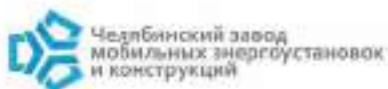
### ИСПОЛНЕНИЕ СТАНЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ CHZMEK

Блочные здания на базе нескольких блок-боксов снабжен всеми системами, необходимыми для надежной работы установленного технологического оборудования:

1. Система электрического обогрева станции (электроконвекторы).
2. Система рабочего и аварийного освещения.
3. Система вентиляции станции.
4. Система охранно-пожарной сигнализации с выводом информации на пульт управления в удаленной диспетчерской.
5. Система контроля и управления работой насосной станции.
6. Система электроснабжения.



ООО «ЧЗМК»  
 НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
 в блочно-модульном исполнении  
 г. Челябинск, ул. Хлебодаровская, 5  
 тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
 email: zakaz@chzmek.ru



WWW.CHZMEK.RU

## 4 ОПИСАНИЕ ПРИМЕНЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

### 4.1 НАСОСНЫЕ АГРЕГАТЫ

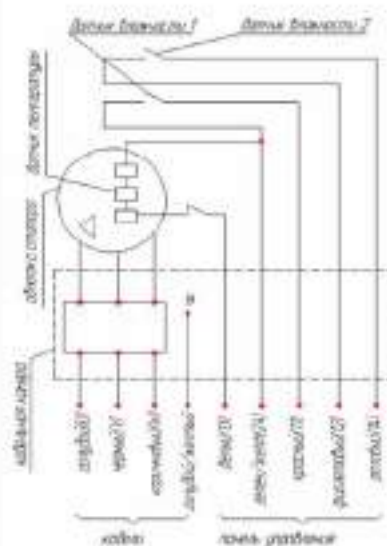
Технические параметры насосного агрегата ЮИТ КПА 145/В2.100.75.380

Описание	Значение
<b>Технические данные:</b>	
Номинальный расход:	145 м <sup>3</sup> /ч
Общий гидростатический напор насоса:	82 м
Максимальный размер твердых частиц:	70 мм
<b>Материалы:</b>	
Корпус насоса:	Чугун СЧ20
Рабочее колесо:	Чугун СЧ20
Корпус электродвигателя:	Чугун СЧ20
<b>Монтаж:</b>	
Максимальная температура окружающей среды:	40 °С
Выход насоса:	DN 100
Максимальная глубина установки:	5 м
<b>Жидкость:</b>	
Максимальная температура жидкости:	60 °С
Температура жидкости:	20 °С
Плотность:	1050 кг/м <sup>3</sup>
Уровень PH:	От 4 до 10

ООО «ЧЗМЗ»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебодаровская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzmek.ru



Данные электродвигателя:	
Количество полюсов:	2
Номинальная мощность – $P_n$ :	75 кВт
Промышленная частота:	50 Гц
Номинальное напряжение:	3х380 В
Допустимое отклонение напряжения:	-10/-8%
Способ запуска:	Прямой пуск
Максимальное число пусков в час:	20
Номинальный ток:	103 А
Пусковой ток:	742 А
Номинальная скорость:	2950 об/мин
Класс защиты:	IP68
Класс изоляции:	F
Длина кабелей:	10 м



ООО «ЧЗМК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлеболовская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzmek.ru







Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

#### 4.2 ТРУБОПРОВОД В НАСОСНОЙ СТАНЦИИ СТАЛЬНОЙ

Стальные трубопроводы имеют ряд существенных преимуществ перед любыми другими. Это такие их качества, как:

- возможность получения высокой степени герметизации соединений;
- высокая прочность всех участков и всей системы;
- небольшой вес конструкции при необходимой прочности;
- удобство и относительная легкость монтажа;
- экономическая эффективность.



Это не все преимущества металлических трубопроводов, тем не менее - это основная их часть, позволяющая в огромном количестве случаев остановить свой выбор именно на них.

Благодаря своей высокой прочности конкурентов по приемлемой стоимости у стали просто нет. Это касается как наружных трубопроводов, так и внутренних. Именно сталь позволяет системам выдерживать максимальные перепады температур и давления.

Все виды трубопроводов, выполненные из стали на нашем заводе и смонтированные нашими специалистами, зачастую не имеют конкурентов по стоимости установки и расходам на владение.

Поэтому если стальные системы труб были рекомендованы, изготовлены и установлены нашим предприятием, Вы долгое время будете использовать их без каких-либо проблем.

Сварочные работы стальных трубопроводов выполняются в соответствии СП 105-34-98 «Свод правил по производству сварочных работ и контролю качества сварных соединений»

Исполнение фланцев по уплотнительной поверхности в соответствии с ГОСТ 12815.

ООО «ЧЗМЭК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск, ул. Хлебодаровская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzmech.ru





#### 4.3 ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Наименование		Ед.изм.	Значение
<b>Требования к электрооборудованию</b>			
Категория надежности электроснабжения		-	3
Степень защиты электрооборудования		-	IP55
Количество вводов электроснабжения от источника питания Покупателя		шт.	1
Кабельные трассы и места для прохода через стены кабелей внешнего электроснабжения (требуется, не требуется)		-	требуется
Равномерное распределение электрических нагрузок по вводам электроснабжения от источника питания покупателя (требуется, не требуется)		-	не требуется
Параметры питающей сети	напряжение	В	~400/230 (± 15 %)
	число фаз	-	3
	частота	Гц	50
Требования к освещению	внутреннее	-	требуется, светильники светодиодные Ledel
	наружное	-	требуется, с астрономическим реле времени
Требования к электродвигателям		-	Класс энергоэффективности не ниже IE2; Температурный класс изоляции обмоток электродвигателей не ниже F
Требования к ПРА		-	- применение устройства плавного пуска (УПП), если не используется преобразователь частоты (ПЧ) при мощности электродвигателя более 37 кВт (включительно); - применение ПЧ при наличии требований технологического процесса; - применение устройств (автоматы) защиты электродвигателей - для приводов, не оснащенных ПЧ или УПП; - аппаратура управления и защиты - качественное электротехническое оборудование Siemens или аналоги; - ПЧ и УПП фирмы ABB или аналоги
Требование к заземлению		-	TN-S
Кабельная продукция		-	требуется
Требование к молниезащите		-	требуется
Узлы учета электроэнергии		-	не требуется
Граница проектирования		-	вводные клеммы щита станции управления

ООО «ЧЗМЭК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск, ул. Хлебодаровская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 729-43-44  
e-mail: zakaz@chzmek.ru



Требования к автоматизации		
Степень автоматизации:	-	Третья (Без постоянного персонала) – Автоматическое регулирование основных параметров; местное управление; индикация параметров, аварийно-предупредительная сигнализация и защита, дистанционное автоматизированное и/или автоматическое управление всеми основными и вспомогательными агрегатами
Интеграции счётчиков э/э в систему АСТУЭ Покупателя (требуется, не требуется)	-	не требуется
Требования к узлам учета	-	Технический учет количества перекачанной воды (контроль накопленного расхода воды)
Протокол передачи данных в АСУТП верхнего уровня	-	Modbus TCP (может быть уточнен на этапе согласования документации)
Протокол передачи данных в АСТУЭ верхнего уровня	-	не требуется
Автоматика безопасности/защита оборудования	-	Обеспечение безаварийного функционирования технологического оборудования посредством выполнения в автоматическом режиме всех необходимых защит и блокировок
Регулирование и управление	-	автоматическое работа насосных агрегатов по уровню воды в дренажном колодце
	-	аварийное отключение насосов при срабатывании электрических и технологических защит
	-	светозвуковая сигнализация при аварийной остановке насосного агрегата
	-	автоматическое опорожнение напорного трубопровода после остановки насосных агрегатов
	-	автоматическое включение резервного насосного агрегата в случае аварии любого из основных
	-	возможность одновременной работы основных и резервного насосов при угрозе переполнения дренажного колодца
	-	автоматическое включение резервного насосного агрегата при достижении заданного (аварийно высокого) уровня в дренажном колодце (угроза затопления)
	-	управление и контроль положения приводной арматуры насосной станции
Измерение и контроль	-	измерение и контроль уровня в дренажном колодце с сигнализацией переполнения

ООО «ЧЗМК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск, ул. Хлебодаровская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzmek.ru



Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

	-	измерение и контроль выходных параметров (давление, расход) насосных агрегатов
	-	измерение, регистрация (с глубиной архива не менее 9 месяцев) и индикация на шкафу управления мгновенного и накопленного расхода (количества перекаченного), давления в трубопроводе, уровня в дренажном колодце, состояния оборудования и аварийных событий, наработки насосных агрегатов
	-	контроль температуры в помещении насосной станции
Требования к оборудованию автоматизации, КИП	-	все приборы КИП должны быть включены в государственный реестр СИ, поставляться со свидетельствами о первичной поверке, иметь методику поверки и действующий межповерочный интервал
	-	техническая возможность периодической поверки
	-	степень защиты, обеспечиваемая оболочками приборов не ниже IP65
	-	аналоговые измерительные приборы имеют выход 4-20 мА, 24 VDC
	-	степень защиты, обеспечиваемая оболочками оборудования (шкафов, соединительных коробок) установленного в "поле" не ниже IP65
Границы поставки	-	степень защиты, обеспечиваемая оболочками оборудования (шкафов, соединительных коробок) установленного в специальных помещениях не ниже IP54
	-	Оптический кросс для подключения кабеля связи Заказчика
Требования к диспетчеризации		
Необходимость (да/нет)	-	Не требуется. Прокладка ВОПС до НС в объеме Интегратора СС
Вывод параметров на (диспетчерский пульт / ПК)	-	-
Удаленность диспетчерского пункта	-	-
Тип сигнала диспетчеризации	-	-

ООО «ЧЗМЗ»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебозаводская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzmek.ru





Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

#### 6 ПРЕИМУЩЕСТВА БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫХ СТАНЦИЙ:

1. Станции не требуют затрат на капитальное строительство, мобильны и могут перевозиться любым видом транспорта (автомобильным, ЖД или морским).
2. Возможность установки дополнительного оборудования по индивидуальным требованиям техническим требованиям заказчика (дизельных электростанций, систем фильтрации и др).
3. Комплексный подход обеспечивает решение задач заказчика начиная с этапа проектирования до запуска станции в эксплуатацию.
4. Полная автоматизация и возможность дистанционного управления с удаленной диспетчерской, не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала.
5. **УДОБСТВО ДЛЯ ПРОЕКТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ.** Существенная экономия времени и сил проектных организаций. Вместо длительной и кропотливой работы по проектированию стандартных капитальных сооружений достаточно внести в проект наше оборудование полной заводской готовности, вместе с которым мы предоставляем полный пакет разрешительной документации.
6. **УДОБСТВО ДЛЯ СТРОИТЕЛЕЙ.** Грамотный монтаж оборудования – залог его безотказной работы. Монтаж и пусконаладочные работы «под ключ» мы выполняем столь же качественно и оперативно, как производим оборудование в блочно-модульном исполнении. Более того, для нашего оборудования требуется минимальный объем общестроительных работ.
7. **УДОБСТВО ДЛЯ ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ.** В основе конструкции модульных станций заложен принцип минимизации необходимости человеческого вмешательства в работу станции. Оборудование, применяемое в наших станциях, требует минимального технического обслуживания.

ООО «ЧЗМЭК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебобулочная, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzme.ru





Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

## 6 ДОКУМЕНТАЦИЯ

Заказчику предоставляется комплект необходимых документов, разрешений и заключений:

- чертежи общего вида с габаритными и присоединительными размерами;
- схема и обоснование нагрузок на фундамент;
- 3D-схема технологического трубопровода;
- гидравлическая схема со спецификацией;
- однолинейная электрическая схема;
- принципиальная электрическая схема;
- перечень оборудования;
- требования по технике безопасности;
- программа приемо-сдаточных испытаний;
- протокол ПСИ;
- комплектовочная ведомость с указанием перечня основного, вспомогательного оборудования, шкафов, щитов управления, ЗИПа;
- Сертификат соответствия на станцию;
- Сертификаты соответствия на составляющие части станции;
- Технический паспорт на станцию;
- Руководство по эксплуатации на станцию;
- Паспорта на технологическое оборудование основное и вспомогательное;
- копия сертификата соответствия требованиям ГОСТ ISO 9001-2011;
- Свидетельство НАКС на технологию сварки МП, РД;
- Экспертное заключение о соответствии продукции Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям;
- Заключение экспертизы промышленной безопасности;
- Лицензия МЧС на осуществление "Деятельности по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений".

ООО «СМЭК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск, ул. Хлебодаровская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzmek.ru





Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

## 7 СЕРТИФИКАТЫ

Сертификат соответствия требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (ISO 9001:2015) (№ РОСС RU.С.04ЩА.СК.1714 от 14.02.2022).

Лицензия на осуществление деятельности по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений (лицензирующий орган: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий) (4-Б/00806 от 25.03.2013).

Свидетельство «НАКС» о готовности к использованию аттестованной технологии сварки в соответствии с требованиями РД 03-615-03. (№ АЦСТ-69-01925 от 05.07.2017).

Сертификат соответствия «Блочные и модульные здания и помещения бытового и технологического назначения контейнерного типа и сборно-разборные» (№ РОСС RU.НВ61.Н18736). Срок действия: с 19.01.2021 по 18.01.2024.

Декларация о соответствии продукции требованиям ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования»; ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования»; ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств». Оборудование насосное: насосные станции и установки, моделей CHZMEK-PS, CHZMEK-PSF, CHZMEK-PSFF, CHZMEK-PSFW, CHZMEK-PSW, CHZMEK-PSWP, CHZMEK-WP, CHZMEK-PST, CHZMEK-PSTP, CHZMEK-TP, CHZMEK-PSS, CHZMEK-PSQ. (ЕАЭС N RU Д-РУ.НВ81.В.11473/20). Срок действия: с 26.05.2020 по 25.05.2025/

Свидетельство о государственной регистрации «Продукция (станции насосные блочно-модульные) соответствует единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям, разрешена для производства, реализации и использования для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения» (Таможенный союз Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации), (№ RU.33.ВЛ.04.013.Е.000953.11.12 от 30.11.2012).

ООО «ЧЗМЭК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебодаровская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzme.ru

Приложение И  
ТКП ДП-577-4 от 08.11.2023



Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU



ТЕХНИКО-KOMMEPЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ № ДП-577-4 от 08.11.2023

для ТОО «БГП»

НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ CHZMEK- PST 50/53

ООО «ЧЗМЭК»  
НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
в сборно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебозаводская 5  
тел./факс: (351) 729-91-06, 222-41-44  
e-mail: zakaz@chzmech.ru



Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

## 1. ИНФОРМАЦИЯ О КОМПАНИИ

ООО «Челябинский завод мобильных энергоустановок и конструкций» занимается решением задач в сфере обеспечения промышленных предприятий надежным пожарным, насосным, компрессорным, газоразделительным и трансформаторным оборудованием в блочно-модульном исполнении. Предлагаемые нами решения строятся на основе использования современного, качественного и надежного оборудования и материалов как российского производства, так и известных зарубежных производителей.

Квалифицированные сотрудники ООО «Челябинский завод мобильных энергоустановок и конструкций» помогут Вам разработать проект, подобрать оборудование, установить и ввести его в эксплуатацию, как в блочно-модульном исполнении, так и в уже существующих капитальных помещениях. Мы производим поставку расходных материалов и запасных частей к поставленному оборудованию, проводим сервисное обслуживание, гарантийный и постгарантийный ремонт.

Действующая система менеджмента качества, высококвалифицированный коллектив, индивидуальный подход, полный пакет разрешительной документации - залог стабильно высокого качества нашей продукции.

### ЧЗМЭК СЕГОДНЯ:



**Более 10 лет**  
успешной  
работы



**Более 1000**  
успешно реализованных  
проектов



**Более 250**  
квалифицированных  
специалистов



**8000 м²**  
площадь  
производства



**Экспертный  
подход**  
и выполнение проектов



**Быстрореагируемое  
производство**



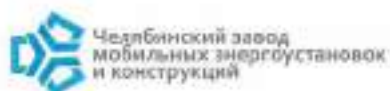
**Полный пакет  
разрешительной  
документации**

### НАШИ КЛИЕНТЫ:

Среди них такие известные российские и зарубежные компании, как ПАО «Газпром», «Салым Петролеум Девелопмент Н.В.», ООО «Ильский НПЗ», АО «Сибирская Сервисная Компания», ОАО «Российские железные дороги», ERIELL GROUP, ПАО «Лукойл», Schlumberger, ПАО «Новатэк», ООО «Уральская горно-металлургическая компания», ПАО «Северсталь», Polyus Gold International, ПАО «НК «Роснефть» и многие другие.

ООО «ЧЗМЭК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск, Хлебобоваровская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzme.ru





WWW.CHZMEK.RU

**2. ПРЕДМЕТ ПРЕДЛОЖЕНИЯ:****НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ CHZMEK- PST 50/53****2.1 Основные технические характеристики:**

Габаритные размеры здания (ДхШхВ*), мм	4500х3000х3400
Температура внутри станции	от +5 до +35°C
Категория надежности электроснабжения	III
Степень огнестойкости станции	IV
Напряжение питания / частота тока / кол-во фаз	380/ 50/ 3
Количество вводов электропитания	1
Установленная мощность, кВт, не более	22
Расчетная мощность, кВт, не более	21
Сейсмичность	6

Наименование	-	Грунтовая вода
Плотность	т/м³	1,0
Вязкость	сПз	-
Водородный показатель	-	7,2-7,4
Твердые включения (содержание)	%	-
Твердые включения (размер)	мм	до 5,0
Температура минимальная	°C	2
Температура максимальная	°C	12
pH воды в хвостохранилище	-	9,0-11,0

ООО «ЧЗМЭК»  
 насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
 в блочно-модульном исполнении  
 г. Челябинск ул. Хлебозаводская, 5  
 тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
 e-mail: zakaz@chzmeck.ru

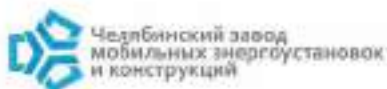


## 2.2 Климатические параметры района эксплуатации

Наименование	Ед. изм.	Значение
Место размещения		Республика Казахстан, область Абай, Жарминский район, посёлок Ауэзов, в 74 км от административного центра с. Калбатау
Высота над уровнем моря	м	—
Барометрическое давление (СП РК 2.04-01-2017)	гПа	986,5
Сейсмичность района строительства (по СП РК 2.03-30-2017)	балл	6
Климатический район		III
Климатический подрайон		-
Абсолютная минимальная температура воздуха	°C	-50,5
Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98	°C	-46,0
Температура воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92	°C	-44,0
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98	°C	-40,7
Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92	°C	-37,3
Средняя минимальная температура воздуха наиболее холодного месяца	°C	-20,7
Продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха $\leq +8^{\circ}\text{C}$	дней	170
Средняя температура воздуха периода со среднесуточной температурой воздуха $\leq +8^{\circ}\text{C}$	°C	-9,6
Абсолютная максимальная температура воздуха	°C	+45,0
Средняя температура воздуха тёплого периода обеспеченностью 0,98 (по СП РК 2.04-01-2017)	°C	+
Средняя температура воздуха тёплого периода обеспеченностью 0,95 (по СП РК 2.04-01-2017)	°C	+25,0
Средняя максимальная температура воздуха наиболее тёплого месяца	°C	+28,5
Средняя годовая относительная влажность воздуха:		
- холодного периода (X-IV)	%	73
- тёплого периода (V-IX)	%	60
Нормативное значение веса снегового покрова (III район по НТП РК 01-01-3.1)	кН/м <sup>2</sup>	2,4
Средняя годовая толщина стенки гололеда	мм	-
Нормативная толщина стенки гололеда по ПУЭ	мм	20
Нормативное значение ветрового давления (IV район по НТП РК 01-01-3.1)	кПа	0,77
Максимальная скорость ветра – обеспеченность 20 %	м/с	-
Максимальная скорость ветра – обеспеченность 5 %	м/с	23

ООО «ЧЗМЭК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебобулочная, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
email: zakaz@chzmek.ru





WWW.CHZMEK.RU

**3 НАСОСНАЯ СТАНЦИЯ CHZMEK- PST 50/53****3.1 КОМПЛЕКТНОСТЬ ПОСТАВЛЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ\***

№	Наименование	Кол-во, шт.
1	Блок-бокс 4500х3000х3400. Степень огнестойкости – IV. Здание блочного типа с негорючим минераловатным утеплителем в стенах – МВУ 150 мм. Стеновые панели – трехслойные типа «Сэндвич» с обшивкой из оцинкованного профилированного окрашенного листа толщиной 0,5 мм. Предусмотрена окраска в фирменные цвета заказчика.	1
2	Насосный агрегат КИТ КПА 50/53.80.18.5.380 Q= 50 м³/час, Н = 53 м. вод. ст. Электродвигатель 18,5 кВт. (1 рабочий/ 1 резервный)	2
3	Заглубленная емкость D=2000мм*, H=9000мм (материал – сталь) -Лестница; Сороулавливающие корзины на подводящих трубопроводах -Комплект утепления h=2500мм; -Крышка/люк	1
4	Шкаф автоматики -ОВЕН ППК110 -Панель оператора Weintek MT8071IE	1
5	Щит вводно-распределительный -автоматы и контакторы CHINT/Hyundai -УПП ESQ GS7	1
6	Система освещения (светодиодные светильники) рабочее, аварийное, наружное.	1 компл.
7	СКУД и ОС на базе ППКОП «Болит». Предусмотрены первичные средства пожаротушения: огнетушители ОП.	1 компл.
8	Система вентиляции: Приточно-вытяжная система вентиляции с естественным побуждением, система кондиционирования.	1 компл.
9	Система отопления: электроконвекторы IP24 со встроенными терморегуляторами.	1 компл.
10	Трубопроводные детали (трубопровод стальной, тройники, отводы, переходы, фланцы). Материал ст20/09Г2С.	1 компл.
11	Трубопроводная арматура: Дисковые поворотные затворы с рукояткой/редуктором; Дисковый поворотный затвор с электроприводом на трубопроводе опорожнения; Вантуз; Обратные клапаны; Краны шаровые.	1 компл.
12	Электроснабжение (термоввод, кабельная продукция внутри станции).	1 компл.
13	Приборы КИПиА: -Датчик избыточного давления (4-20 мА, без индикатора) - 3 шт -Манометры/Мановакуумметры – 2 шт -Датчик температуры (4-20 мА, без индикатора) - 1 шт -Уровнемер радарный для колодца – 1 шт; -Расходомер электромагнитный РСЦ – 1 шт.	1 компл.
14	Комплект ЗИП: - Комплект межфланцевых прокладок – 1 шт.	1 компл.

ООО «ЧЗМЭК»

насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполненииг. Челябинск, ул. Хлебобулочная, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzme.ru



Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

	- Болты, гайки, шайбы – 1 компл. - Переход сталь/полиэтилен (патрубок Ду100 с фланцами, общей длиной 500 мм) – 1 шт	
15	Грузоподъемное оборудование: - таль ручная цепная – 1 шт	1 компл.

ООО «ЧЗМК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебодаровская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzmeck.ru





Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

### 3.3 РАСЧЕТ СТОИМОСТИ

№ п/п	Наименование	Цена за ед. руб., с НДС 0%	Кол-во, компл.	Стоимость руб., с НДС 0%
1	Насосная станция водоснабжения CHZMEK- PST 50/53	13 965 885, 00	1	13 965 885, 00
Итого стоимость руб. (с НДС 0%), руб.				13 965 885, 00

**Условия оплаты за оборудование:** 40%, 60 % по факту поставки в течение 10 календарных дней.

**Доставка:** DAP - Поселок Ауэзов, область Абай, респ Казахстан (включена в стоимость оборудования).

**Срок изготовления:** 100 рабочих дней с момента внесения предоплаты, подписания договора и согласования конструкторской документации.

**ШМР и ПНР\*:** шеф-монтажные и пуско-наладочные работы на объекте по адресу Поселок Ауэзов, область Абай, респ Казахстан включены в стоимость оборудования.

**Гарантия:** составляет 12 месяцев с момента подписания актов ПНР, но не более 18 месяцев с момента отгрузки.

\*Разгрузочные, монтажные работы и обучение персонала заказчика не входят в комплект поставки ООО «ЧЗМЭК».

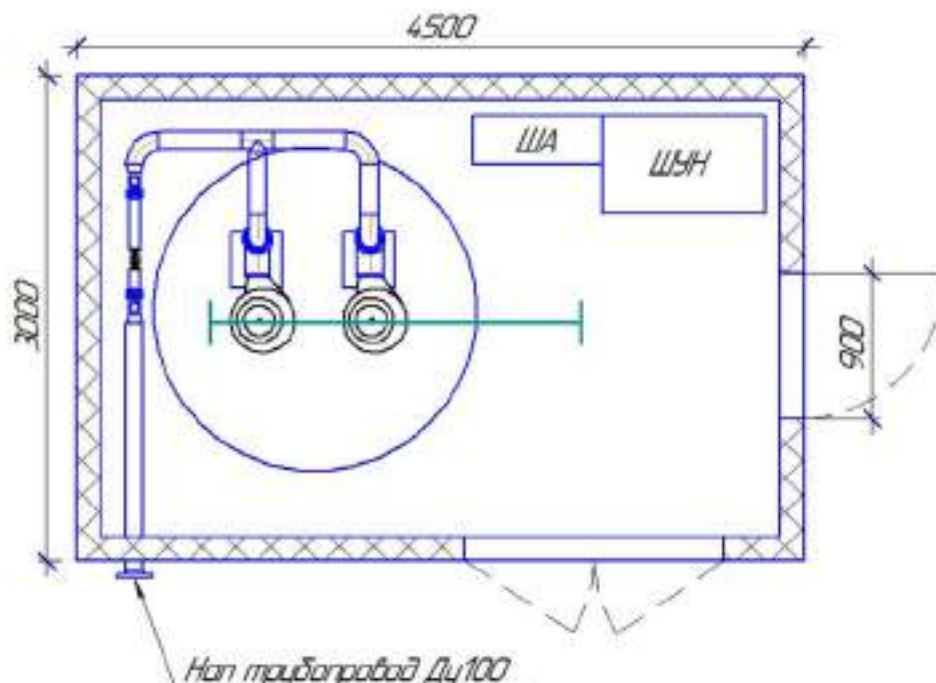
Исполнитель:  
Гафиятуллин Ильдар Айдарович,  
Руководитель проектов ООО «ЧЗМЭК»,  
тел./факс: +7(351)729-91-06 (доб. 139)  
мобильный: +7(912) 801 14 22,  
e-mail: [139@chzmek.ru](mailto:139@chzmek.ru)

ООО «ЧЗМЭК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебодаровская, 5  
тел./факс: (351) 729-91-06, 229-41-44  
e-mail: [zakaz@chzmek.ru](mailto:zakaz@chzmek.ru)





### 3.3 ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ЧЕРТЕЖ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ CHZMEK



Отметка фундамента для установки станции 456,00, отметка подводящего трубопровода №1 Ду200 – 453,00, отметка подводящего трубопровода №2 Ду200 – 451,4, отметка подводящего трубопровода №3 Ду200 - 449, отметка дна колодца 447,173.

ООО «ЧЗМК»  
НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебодаровская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzmek.ru



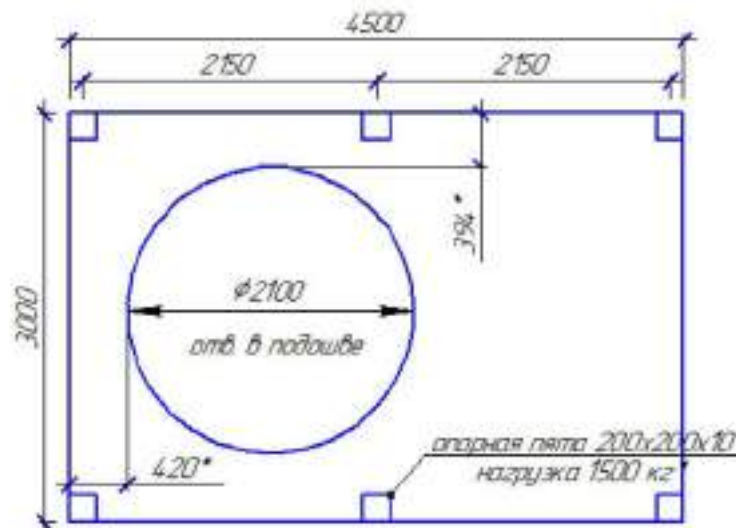




Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

#### СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ОПОРНЫХ ПЯТ



#### Указания по монтажу подземных емкостей

1. Земляные работы при монтаже подземных емкостей проводить в соответствии с требованиями проектной документации с учетом СН РК 4.01-03-2011 "Водоотведение. Наружные сети и сооружения", СП РК 5.01-102-2013, СН РК 5.01-02-2013 "Основания зданий и сооружений" и иные НТД РК.
2. Подземные емкости, монтируются на фундаментные плиты, размеры плит определяются проектом, толщина плиты определяется проектом, с помощью анкерных болтов. Монтаж в грунт без подготовки основания не допускается.
3. Уклон боковых стенок обсыпки емкостей определяет лицензированная проектная организация и устанавливает соответствующие требования в проектной документации. Угол уклона  $\alpha$  зависит от характеристик грунта обсыпки и в общем случае для каждого типа грунта определяется по таблицам в справочной литературе.
4. Верхний слой обсыпки над поверхностью (защитный слой обсыпки), толщиной не менее 200 мм, должен быть укреплен от ветровой эрозии, смывания грунта обсыпки дождевыми и талыми водами, прочих факторов, способных оказать влияние на изменение высоты обсыпки над поверхностью оборудования.
5. Подготовить основание под емкости, выровнять по горизонтали в продольном и поперечном направлениях, песчаное основание уплотнить, степень уплотнения не ниже 0,95 по Проктору.
6. Установить на подготовленное основание. Перемещение емкости и его составных частей с использованием грузоподъемных кранов и механизмов допускается только с применением текстильных строп соответствующей грузоподъемности. Производство работ осуществляется РД 10-107-96 "Типовая инструкция для стропальщиков по безопасному производству работ

ООО «ЧЗМК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебодаровская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 223-43-44  
e-mail: zakaz@chzme.ru





Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

грузоподъемными машинами" и других нормативных документов, утвержденных Госгортехнадзором России.

7. Произвести засыпку и подбивку вручную пазух вокруг основания. Подбивку производить послойно, уплотнение слоев производить ручным инструментом, исключающим возможные повреждения корпуса резервуара.

8. Подбивку пазух производить песком. Материал подбивки не должен содержать строительного мусора, твердых частиц (комков) крупностью более 20 мм и твердых включений (камней и т.п.).

9. Произвести первичную послойную песчаную обсыпку вокруг емкости, с последующей утрамбовкой каждого слоя. Высота слоев не более 250 мм.

10. Утрамбовку слоев первичной обсыпки производить ручным инструментом, исключающим возможные повреждения корпуса. Обеспечить максимально возможное уплотнение слоев первичной обсыпки.

11. Материал первичной обсыпки не должен содержать строительного мусора, твердых частиц (комков) крупностью более 20 мм и твердых включений (камней и т.п.).

12. Толщина защитного слоя первичной обсыпки над поверхностью резервуара должна быть не менее 400 мм.

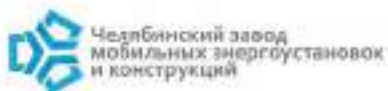
13. Окончательная обсыпка емкости осуществляется поверх защитного слоя первичной обсыпки песком либо местным (привозным) грунтом, исключающим твердые включения размером более 200 мм и строительный мусор.

14. Окончательную обсыпку производить послойно. Высота слоев не более 350 мм для песка, не более 300 мм для супеси и суглинка, не более 250 мм для глины.

15. Обеспечить максимально возможное уплотнение слоев окончательной обсыпки.

ООО «ЧЗМК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск, Хлебозаводская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzme.ru





WWW.CHZMEK.RU

### 3.4 ВИДЫ ИСПОЛНЕНИЯ СТАНЦИЙ ЧЗМЭК

Модульные станции, выпускаемые предприятием, являются функционально завершенным изделием полной заводской готовности, конструктивно оформленным как самостоятельный продукт и, в зависимости от своего назначения, включают в себя полный комплект технологического оборудования, установленного в специально спроектированном сооружении (блок-боксе), контейнере или на раме-основании.



ООО «ЧЗМЭК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск, ул. Хлебобоваровская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzme.ru



WWW.CHZMEK.RU

### ИСПОЛНЕНИЕ СТАНЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ CHZMEK

Блочные здания на базе нескольких блок-боксов снабжен всеми системами, необходимыми для надежной работы установленного технологического оборудования:

1. Система электрического обогрева станции (электроконвекторы).
2. Система рабочего и аварийного освещения.
3. Система вентиляции станции.
4. Система охранно-пожарной сигнализации с выводом информации на пульт управления в удаленной диспетчерской.
5. Система контроля и управления работой насосной станции.
6. Система электроснабжения.



ООО «ЧЗЭК»  
 насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
 в блочно-модульном исполнении  
 г. Челябинск, ул. Хлеболовская, 5  
 тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
 email: zakaz@chzmelek.ru



Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

#### 4 ОПИСАНИЕ ПРИМЕНЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ

##### 4.1 НАСОСНЫЕ АГРЕГАТЫ

Производительность	50 м³/ч
Напор	53 м
Количество	2 шт.

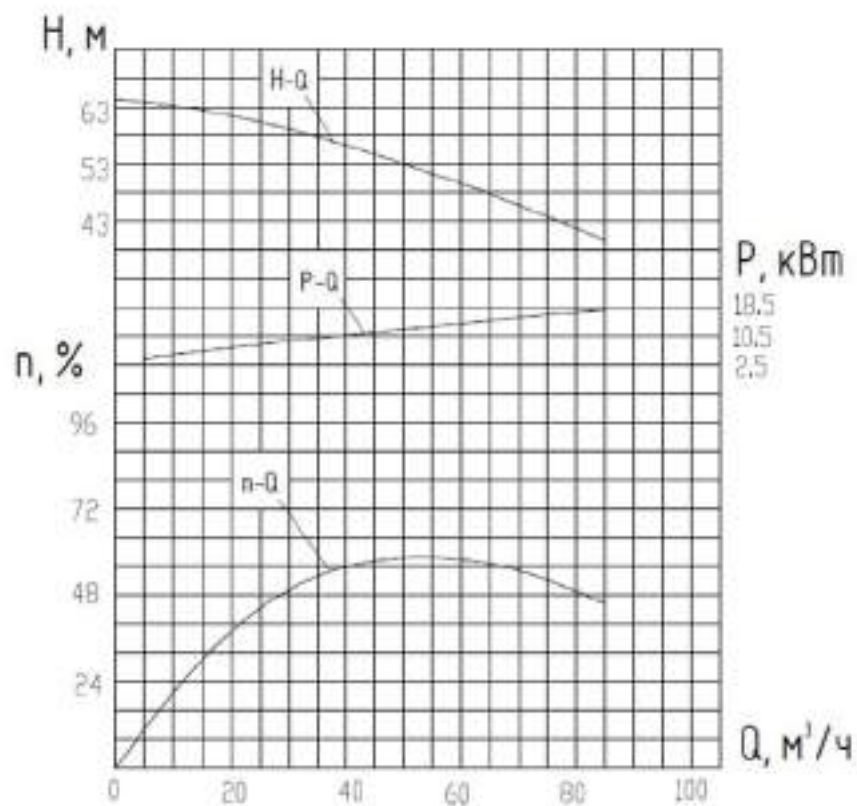
##### Технические характеристики

Марка насоса	КИТ КПА 50/53,80,18,5,380
<i>Рабочие характеристики</i>	
Принимаемая перекачиваемая среда	Сточные воды
Производительность в рабочей точке 53 м	50 м³/ч
Номинальная мощность	18,5 кВт
Максимальный размер твердых частиц	50 мм
Диаметр напорного патрубка	80 мм
Номинальный ток	36 А
Частота вращения	2900 об/мин
Электропитание	3ph 380V-50Hz
Максимальная температура жидкости	40°C

ООО «ЧЗМК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебодаровская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzme.ru







ООО «ЧЗМК»  
НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебодаровская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 222-43-44  
e-mail: zakaz@chzmek.ru







Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

#### 4.2 ТРУБОПРОВОД В НАСОСНОЙ СТАНЦИИ СТАЛЬНОЙ

Стальные трубопроводы имеют ряд существенных преимуществ перед любыми другими. Это такие их качества, как:

- возможность получения высокой степени герметизации соединений;
- высокая прочность всех участков и всей системы;
- небольшой вес конструкции при необходимой прочности;
- удобство и относительная легкость монтажа;
- экономическая эффективность.



Это не все преимущества металлических трубопроводов, тем не менее – это основная их часть, позволяющая в огромном количестве случаев остановить свой выбор именно на них.

Благодаря своей высокой прочности конкурентов по приемлемой стоимости у стали просто нет. Это касается как наружных трубопроводов, так и внутренних. Именно сталь позволяет системам выдерживать максимальные перепады температур и давления.

Все виды трубопроводов, выполненные из стали на нашем заводе и смонтированные нашими специалистами, зачастую не имеют конкурентов по стоимости установки и расходам на владение.

Поэтому если стальные системы труб были рекомендованы, изготовлены и установлены нашим предприятием, Вы долгое время будете использовать их без каких-либо проблем.

Сварочные работы стальных трубопроводов выполняются в соответствии СП 105-34-98 «Свод правил по производству сварочных работ и контролю качества сварных соединений»

Исполнение фланцев по уплотнительной поверхности в соответствии с ГОСТ 12815.

ООО «ЧЗМЭК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск, ул. Хлебобулочная, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
email: zakaz@chzmelek.ru



Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

#### 4.3 ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ СОСТАВ НКУ и ЛСУ

Состав ЩВР+ЩУН:

Комплектация	Производитель / серия	Описание	Кол-во
Нагрузка	CHINT NS2	Автомат защиты двигателя CHINT серия NS2 с поворотной ручкой 1А-1,6А	1
Нагрузка	CHINT	Контактор CHINT, серия NXC, 6А	1
Нагрузка	CHINT NXB-63	Авт. выкл. NXB-63 3P 32А 6kA x-ка C (R) (CHINT)	1
Нагрузка	CHINT NXB-63	Авт. выкл. NXB-63S 1P 16А 6kA x-ка C (R) (CHINT)	1
Щаф	IdEelectro	Вентилятор с фильтром 240 м3/ч 230В, вентиляционная решетка, термостат	1
Нагрузка	CHINT NXM	Автоматический выключатель в литом корпусе CHINT, серии NXM, термомгнитный расцепитель 125А, 3р, 25kA	1
Нагрузка	CHINT NS2	Автомат защиты двигателя CHINT серия NS2 25А-40А	2
Нагрузка	CHINT	Контактор CHINT, серия NXC, 40А	2
Щаф	D&C CQE	Щаф наполняемый D&C 2400x800x600мм, серия CQE, IP54	1

Состав ЩСН:

Комплектация	Производитель / серия	Описание	Кол-во
Щаф	CHINT	ЩСН на CHINT	1
Щаф	CHINT	ПЭСПЗ на CHINT 3-ей категории	1

СоставЩА:

Комплектация	Производитель / серия	Описание	Кол-во
ПЛК	Weintek MT8071IE	Панель оператора сенсорная 7", 3 порта RS232/RS485, Ethernet, USB host, Удаленный доступ по VNC, FTP, EasyAccess. Загрузка проектов ПЛК по Ethernet, с флешки. Сенсорный экран: 4х проводной резистивный.	1
ПЛК		Комартер MOXA, оптический кросс	1
Щаф	D&C ST	1200x800x100, IP56	1
ПЛК	ОВЕН ПЛК110	ПЛК110-30 [M02] 0AI, 0AO, 18DI, 12DO, 2xRS-485, ethernet + 8AI	1
ПЛК		18DI, 12DO, 9AI, 2AO + 17 реле	1

ООО «СЗМЗ»

насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении

г. Челябинск ул. Хлебодаровская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzmek.ru



Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

#### 4.4 ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

Наименование		Ед. изм.	Значение
Требования к электрооборудованию			
Категория надежности электроснабжения		-	3
Степень защиты электрооборудования		-	IP55
Количество вводов электроснабжения от источника питания Покупателя		шт.	1
Кабельные трассы и места для прохода через стены кабелей внешнего электроснабжения (требуется, не требуется)		-	требуется
Равномерное распределение электрических нагрузок по вводам электроснабжения от источника питания покупателя (требуется, не требуется)		-	не требуется
Параметры питающей сети	напряжение	В	~400/230 (± 15 %)
	число фаз	-	3
	частота	Гц	50
Требования к освещению	внутреннее	-	требуется, светильники светодиодные Ledel
	наружное	-	требуется, с астрономическим реле времени
Требования к электродвигателям		-	Класс энергоэффективности не ниже IE2; Температурный класс изоляции обмоток электродвигателей не ниже F
Требования к ПРА		-	- применение устройства плавного пуска (УПП), если не используется преобразователь частоты (ПЧ) при мощности электродвигателя более 37 кВт (включительно); - применение ПЧ при наличии требований технологического процесса; - применение устройств (автоматы) защиты электродвигателей - для приводов, не оснащенных ПЧ или УПП; - аппаратура управления и защиты - качественное электротехническое оборудование Siemens или аналоги; - ПЧ и УПП фирмы ABB или аналоги
Требование к заземлению		-	TN-S
Кабельная продукция		-	требуется
Требование к молниезащите		-	требуется
Узлы учета электроэнергии		-	не требуется
Граница проектирования		-	вводные клеммы щита станции управления

ООО «ЧМЗ»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении

г. Челябинск, ул. Хлебозаводская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzmek.ru





Требования к автоматизации		
Степень автоматизации:	-	Третья (без постоянного персонала) - Автоматическое регулирование основных параметров; местное управление; индикация параметров, аварийно-предупредительная сигнализация и защита, дистанционное автоматизированное и/или автоматическое управление всеми основными и вспомогательными агрегатами
Интеграции счётчиков э/э в систему АСТУЗ Покупателя (требуется, не требуется)	-	не требуется
Требования к узлам учета	-	Технический учет количества перекачанной воды (контроль накопленного расхода воды)
Протокол передачи данных в АСУТП верхнего уровня	-	Modbus TCP (может быть уточнен на этапе согласования документации)
Протокол передачи данных в АСТУЗ верхнего уровня	-	не требуется
Автоматика безопасности/защита оборудования	-	Обеспечение безаварийного функционирования технологического оборудования посредством выполнения в автоматическом режиме всех необходимых защит и блокировок
Регулирование и управление	-	автоматическое работа насосных агрегатов по уровню воды в дренажном колодце
	-	аварийное отключение насосов при срабатывании электрических и технологических защит
	-	светозвуковая сигнализация при аварийной остановке насосного агрегата
	-	автоматическое опорожнение напорного трубопровода после остановки насосных агрегатов
	-	автоматическое включение резервного насосного агрегата в случае аварии любого из основных
	-	возможность одновременной работы основных и резервного насосов при угрозе переполнения дренажного колодца
	-	автоматическое включение резервного насосного агрегата при достижении заданного (аварийно высокого) уровня в дренажном колодце (угроза затопления)
	-	управление и контроль положения приводной арматуры насосной станции
Измерение и контроль	-	измерение и контроль уровня в дренажном колодце с сигнализацией переполнения
	-	измерение и контроль выходных параметров (давление, расход) насосных агрегатов

ООО «ЧЗМЭК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск, ул. Хлебозаводская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzme.ru



Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

	-	измерение, регистрация (с глубиной архива не менее 9 месяцев) и индикация на шкафу управления мгновенного и накопленного расхода (количества перекаченного), давления в трубопроводе, уровня в дренажном колодце, состояния оборудования и аварийных событий, наработки насосных агрегатов
	-	контроль температуры в помещении насосной станции
Требования к оборудованию автоматизации, КИП	-	все приборы КИП должны быть включены в государственный реестр СИ, поставляться со свидетельствами о первичной поверке, иметь методику поверки и действующий межповерочный интервал
	-	техническая возможность периодической поверки
	-	степень защиты, обеспечиваемая оболочками приборов не ниже IP65
	-	аналоговые измерительные приборы имеют выход 4-20 мА, 24 VDC
	-	степень защиты, обеспечиваемая оболочками оборудования (шкафов, соединительных коробок) установленного в "поле" не ниже IP65
	-	степень защиты, обеспечиваемая оболочками оборудования (шкафов, соединительных коробок) установленного в специальных помещениях не ниже IP54
	-	Оптический кросс для подключения кабеля связи Заказчика
Требования к диспетчеризации		
Необходимость (да/нет)	-	Не требуется. Прокладка ВОПС до НС в объеме Интегратора СС
Вывод параметров на (диспетчерский пульт / ПК)	-	-
Удаленность диспетчерского пункта	-	-
Тип сигнала диспетчеризации	-	-

ООО «ЧЗМЗ»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебозаводская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzmek.ru





Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

#### 5 ПРЕИМУЩЕСТВА БЛОЧНО-МОДУЛЬНЫХ СТАНЦИЙ:

1. Станции не требуют затрат на капитальное строительство, мобильны и могут перевозиться любым видом транспорта (автомобильным, ЖД или морским).
2. Возможность установки дополнительного оборудования по индивидуальным требованиям техническим требованиям заказчика (дизельных электростанций, систем фильтрации и др).
3. Комплексный подход обеспечивает решение задач заказчика начиная с этапа проектирования до запуска станции в эксплуатацию.
4. Полная автоматизация и возможность дистанционного управления с удаленной диспетчерской, не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала.
5. **УДОБСТВО ДЛЯ ПРОЕКТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ.** Существенная экономия времени и сил проектных организаций. Вместо длительной и кропотливой работы по проектированию стандартных капитальных сооружений достаточно внести в проект наше оборудование полной заводской готовности, вместе с которым мы предоставляем полный пакет разрешительной документации.
6. **УДОБСТВО ДЛЯ СТРОИТЕЛЕЙ.** Грамотный монтаж оборудования – залог его безотказной работы. Монтаж и пусконаладочные работы «под ключ» мы выполняем столь же качественно и оперативно, как производим оборудование в блочно-модульном исполнении. Более того, для нашего оборудования требуется минимальный объем общестроительных работ.
7. **УДОБСТВО ДЛЯ ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИЙ.** В основе конструкции модульных станций заложен принцип минимизации необходимости человеческого вмешательства в работу станции. Оборудование, применяемое в наших станциях, требует минимального технического обслуживания.

ООО «ЧЗМЭК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебодаровская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzme.ru





Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

## 6 ДОКУМЕНТАЦИЯ

Заказчику предоставляется комплект необходимых документов, разрешений и заключений:

- чертежи общего вида с габаритными и присоединительными размерами;
- схема и обоснование нагрузок на фундамент;
- 3D-схема технологического трубопровода;
- гидравлическая схема со спецификацией;
- однолинейная электрическая схема;
- принципиальная электрическая схема;
- перечень оборудования;
- требования по технике безопасности;
- программа приемо-сдаточных испытаний;
- протокол ПСИ;
- комплектующая ведомость с указанием перечня основного, вспомогательного оборудования, шкафов, щитов управления, ЗИПа;
- Сертификат соответствия на станцию;
- Сертификаты соответствия на составляющие части станции;
- Технический паспорт на станцию;
- Руководство по эксплуатации на станцию;
- Паспорта на технологическое оборудование основное и вспомогательное;
- копия сертификата соответствия требованиям ГОСТ ISO 9001-2011;
- Свидетельство НАКС на технологию сварки МП, РД;
- Экспертное заключение о соответствии продукции Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям;
- Заключение экспертизы промышленной безопасности;
- Лицензия МЧС на осуществление "Деятельности по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений".

ООО «ЧЗМЭК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск, ул. Хлебобулочная, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzmekek.ru



Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

## 7 СЕРТИФИКАТЫ

Сертификат соответствия требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (ISO 9001:2015) (№ РОСС RU.С.04ЩА.СК.1714 от 14.02.2022).

Лицензия на осуществление деятельности по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений (лицензирующий орган: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий) (4-Б/00806 от 25.03.2013).

Свидетельство «НАКС» о готовности к использованию аттестованной технологии сварки в соответствии с требованиями РД 03-615-03. (№ АЦСТ-69-01925 от 05.07.2017).

Сертификат соответствия «Блочные и модульные здания и помещения бытового и технологического назначения контейнерного типа и сборно-разборные» (№ РОСС RU.НВ61.Н18736). Срок действия: с 19.01.2021 по 18.01.2024.

Декларация о соответствии продукции требованиям ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования»; ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования»; ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств». Оборудование насосное: насосные станции и установки, моделей CHZMEK-PS, CHZMEK-PSF, CHZMEK-PSFF, CHZMEK-PSFW, CHZMEK-PSW, CHZMEK-PSWP, CHZMEK-WP, CHZMEK-PST, CHZMEK-PSTP, CHZMEK-TP, CHZMEK-PSS, CHZMEK-PSQ. (ЕАЭС N RU Д-РУ.НВ81.В.11473/20). Срок действия: с 26.05.2020 по 25.05.2025/

Свидетельство о государственной регистрации «Продукция (станции насосные блочно-модульные) соответствует единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям, разрешена для производства, реализации и использования для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения» (Таможенный союз Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации), (№ RU.33.ВЛ.04.013.Е.000953.11.12 от 30.11.2012).

ООО «ЧЗМЭК»  
насосное, компрессорное, газоразделительное оборудование  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебодаровская, 5  
тел./факс: (351) 729-93-06, 229-43-44  
e-mail: zakaz@chzme.ru



## Приложение К

### Характеристики геотекстиля дренажного Atarfil



#### GTX NWH<sup>[873]</sup>

GTX NWH are Non-Woven Geotextile manufactured from 100% virgin polypropylene (PP) polymer and are UV stabilized.

Technical Data											
Mechanical Properties	Test	Units	100	120	130	140	150	160	200	230	250
Tensile Strength - MD	EN ISO 10319	kN/m	7	8.5	9.5	10.5	11.5	13	15.5	17	19
Tensile Strength - XD	EN ISO 10319	kN/m	7	8.5	9.5	10.5	11.5	13	15.5	17	19
Elongation at break - MD	EN ISO 10319	%	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Elongation at break - XD	EN ISO 10319	%	70	70	70	70	70	70	70	70	70
CER Puncture Resistance	EN ISO 12238	N	1100	1400	1550	1700	1810	2200	2500	2600	3200
Dynamic Grit Drop	EN ISO 13433	mm	28	24	23	22	22	19	18	18	14
Pyramid Puncture	EN ISO 14574	N	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydraulic Properties	Test	Units	100	120	130	140	150	160	200	230	250
Permeability	EN ISO 11058	av. 10 <sup>-9</sup>	110	100	97	95	95	90	80	70	65
Waterflow normal to the plane	EN ISO 11058	l/m <sup>2</sup> .s	110	100	97	95	95	90	80	70	65
Characteristic Opening Size	EN ISO 12956	µm	130	120	120	110	110	90	80	80	75
Physical Properties	Test	Units	100	120	130	140	150	160	200	230	250
Polymer Type			100% Virgin Polypropylene								
Thickness under 2 kPa	EN ISO 9863-1	mm	1.4	1.5	1.55	1.60	1.65	1.90	2.0	2.25	2.4
Mass Per Unit Area	EN ISO 9904	g/m <sup>2</sup>	100	120	130	140	150	160	200	230	250
Roll Width		m	590	590	590	590	590	590	590	590	590
Roll Length		m	100	100	100	100	100	100	100	100	100
40' Container Load (+/-10%)		m <sup>2</sup>	66480	48170	49020	41380	41300	41390	30490	28320	23880
Full Truck Load (+/-10%)		m <sup>2</sup>	68000	48160	42480	42480	42480	34320	34320	28320	21240
		m	33	37	38	39	40	41	40	48	50
Durability											
UV Protection	EN 12224	Retained Strength of > 80% after 50 MJ/m <sup>2</sup> exposures. To be covered within 1 month after installation. Predicted to be durable for more than 25 years in natural soils with 4- pH, <15 and soil temperature <25 °C.									
Oxidative Resistance	EN ISO 13438	Retained Strength >80% at (110±1) °C after 14 days exposure.									
Chemical Resistance	EN 14030	Excellent									
	EN 12226	Excellent									

\*Certificates belonging to the Environmental and Quality Integrated System of Atarfil.

*Data above mentioned are correct as of the date. They are not expressed as strictly guaranteed. Atarfil is constantly improving its products and services and reserves the right to modify them without notice.*



**Manufacturing plants:** Atarfil | Europe | Middle East | America

**Sales offices:** Spain, UAE, USA, Mexico, Turkey, India, South Africa and Australia.

**Safe Containment**

Waste Water Mining  
September 2020

## Приложение Л

### Гидравлический расчёт системы гидротранспорта

Режим работы пульповодов определяется исходными технологическими данными по количественному и качественному составу хвостовой пульпы, а также размерами и условиями работы пульповодов, которые представлены в таблице (Таблица 1).

Таблица 1 - Исходные данные для расчёта пульповодов сульфидной флотации и углеродного продукта в соответствии с Задаaniem на проектирование

№	Наименование	Ед. изм.	Количество
Пульповоды сульфидной флотации № 1 и 2			
1	Количество твёрдой фазы (Т)	т/ч	292,04
2	Количество жидкой фазы (Ж)	т/ч	681,43
2	Количество пульпы, поступающее в хвостохранилище	м³/ч	786,48
3	Плотность пульпы	т/м³	1,24
4	Консистенция Т: Ж (по весу)		1:2,33
5	Плотность частиц хвостов	т/м³	2,78
6	Средневзвешенный диаметр хвостов	мм	0,05
Пульповод углеродного продукта			
1	Количество твёрдой фазы (Т)	т/ч	7,92
2	Количество жидкой фазы (Ж)	т/ч	71,27
2	Количество пульпы, поступающее в хвостохранилище	м³/ч	74,44
3	Плотность пульпы	т/м³	1,06
4	Консистенция Т: Ж (по весу)		1:9
5	Плотность частиц хвостов	т/м³	2,5
6	Средневзвешенный диаметр хвостов	мм	0,05

Расчёт выполнен в соответствии со следующей документацией:

- «Проектирование и эксплуатация хвостовых хозяйств обогатительных фабрик» Евдокимов П.Д., Сазонов Г.Т.;
- «Пособие по проектированию гидравлического транспорта» (к СНиП 2.05.07-85);
- «Рекомендации по проектированию и строительству шламонакопителей и хвостохранилищ металлургической промышленности».

1. При среднем диаметре частиц твёрдого в пульпе  $d_{cp} < 0,07$  мм диаметр пульповода определяется по формуле 1.1:

$$Q_{п} = 0,157 D_{кр}^2 \left( 1 + 3,43 \sqrt{P_{в.п} D_{кр}^{0,75}} \right), \quad (1.1)$$

где  $P_{в.п}$  – весовое содержание твёрдого в пульпе и определяется по формуле 1.2:

$$P_{в.п} = \frac{T}{T+Ж}, \quad (1.2)$$



D – диаметр пульповода.

Расчёт диаметра пульповода выполнен на расчётный расход пульпы.

2. Расчётная скорость движения пульпы  $v_p$  определяется по формуле 2.1:

$$v_p = 4 Q_n / (\pi D^2 3600), \quad (2.1)$$

где  $Q_n$  – производительность по пульпе.

3. Критическая скорость движения пульпы  $v_{кр}$  определяется по формуле 2.2:

$$v_{кр} = \sqrt{\frac{2g\gamma_p(\gamma_t - \gamma_k + \gamma_n - \gamma_w)}{\gamma_k}}, \quad (2.2)$$

где  $\gamma_t$  – плотность частиц хвостов;

$\gamma_k$  – плотность воды,  $\gamma_k = 1 \text{ т/м}^3$ ;

$\gamma_n$  – плотность пульпы.

4. Результаты расчёта диаметра пульповода (существующего и проектируемого), значений критической и действительной расчётной скорости для определённого расчётом диаметра пульповода представлены в таблице (Таблица 2).

Таблица 2 - Результаты определения расчётной и критической скоростей пульпы

Расчётный расход пульпы, м³/ч	Внутренний диаметр трубы, мм	Т:Ж	Плотность пульпы, т/м	Скорость критическая, м/с	Скорость расчётная, м/с
Пульповод сульфидной флотации № 1. Труба ПЭ 100 SDR 17-400x23,7					
800	352,6	1:2,33	1,24	1,41	2,28
Пульповод сульфидной флотации № 2. Труба ПЭ 100 SDR 17-450x26,7					
800	396,6	1:2,33	1,24	1,41	1,80
Пульповод углеродного продукта. Труба ПЭ 100 SDR 17-200x11,9					
75	136,2	1:9,0	1,03	1,24	0,85

На основании расчёта проверяем соотношение  $v_p / v_{кр}$ .

Для нормальной работы гидротранспорта необходимо, чтобы скорость пульпы ( $v_p$ ) была равна или выше критической скорости на 10-15%. При  $v_p < v_{кр}$  возможно оседание частиц хвостов и, как следствие, заиливание труб. При высоких скоростях возрастает расход энергии на транспортировку и ускоряется износ трубопровода.

При пропуске расчётного расхода  $Q_n = 800 \text{ м}^3/\text{ч}$  проектируемые пульповоды сульфидной флотации № 1 и 2 из труб ПЭ 100 SDR 17-450x26,7 и ПЭ 100 SDR 17-400x23,7 будут работать без заиливания, но расчётная скорость в пульповодах превышает критическую более, чем на 15%. Гидротранспорт будет осуществляться с дополнительными потерями и повышенным расходом электроэнергии. При пропуске расчётного расхода  $Q_n = 75 \text{ м}^3/\text{ч}$  проектируемый пульповод углеродного продукта из труб ПЭ 100 SDR 17-200x11,9 будет работать с заиливанием.

Результаты расчетов по определению потерь по трассам пульповодов представлены в таблице (Таблица 4).

Таблица 4 - Результаты расчетов по определению потерь по трассам пульповодов

№ п/п	Наименование участка	Длина участка, м	Геодезическая высота, м	Потери по длине, м	Расчётный напор, м	Расход пульпы, м³/ч
8-я очередь						
1	Пульповод СФ ПЭ 100 SDR 17-450x26,7	3600	28,18	26,9	61,8	800
2	Пульповод СФ (привапитка) ПЭ 100 SDR 17-400x23,7	3600	28,18	47,1	87,1	800
3	Пульповод УП ПЭ100 SDR 17-200x11,9	3600	28,18	16,7	49,0	75

В соответствии с произведёнными гидравлическими расчётами по определению потерь по трассам пульповодов для гидротранспорта требуемого расхода пульпы необходим насосный агрегат с параметрами:

- для пульповодов сульфидной флотации № 1 и 2 -  $Q = 800 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $H = 62 \text{ м}$  (для трубы ПЭ 100 SDR 17-450x26,7 и  $Q = 800$ ,  $H = 88 \text{ м}$  (для трубы ПЭ 100 SDR 17-400x23,7).
- для пульповода углеродного продукта -  $Q = 75 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $H = 49 \text{ м}$  (для трубы ПЭ100 SDR 17-200x11,9).

## Приложение М

### ТУ на подключение к проектируемым трубопроводам



POLYMETAL

20 Г. (срок службы) «А» (срок службы)  
Будет ли в 2010 году? Будет ли в 2010 году?  
«А» (срок службы)  
Будет ли в 2010 году? Будет ли в 2010 году?  
20 Г. (срок службы) «А» (срок службы)  
Будет ли в 2010 году? Будет ли в 2010 году?  
«А» (срок службы)  
Будет ли в 2010 году? Будет ли в 2010 году?

Tel: +7 (72345) 25 500  
+7 (7232) 492 133  
Web: [www.kazakhstan.gov.kz](http://www.kazakhstan.gov.kz)

«БАДЕН-ВУРТЕМБЕРГ»  
ЖИЛЫЙ КОМПЛЕКС  
ТОВАРИЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
«БАДЕН-ВУРТЕМБЕРГ»

БСМБН 030340000201  
БСМБН 030340000202  
БСМБН 030340000203  
БСМБН 030340000204

Утверждаю:  
Председатель правления  
ТОО «Бакырчикское горнодобывающее предприятие»

Утверждаю:

Председатель правления

Исмаев К.О.

10.05.2023 г.

### ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

на подключение проектируемых технологических трубопроводов, пульповодов, водоводов оборотной воды к существующим сетям объекта «Реконструкция хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики ТОО «Бақырчынское горнодобывающее предприятие»

Срок действия настоящих технических условий – 3 года.

При проектировании технологических трубопроводов в составе проектной документации «Реконструкция хвостохранилища для складирования хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта обогатительной фабрики ТОО «Бақырчыкское горнодобывающее предприятие», предусмотреть точки подключения согласно Приложений № 1, № 2, №3 к настоящим техническим условиям.

Система координат принята местная.

Предусматривается фланцевое соединение трубопроводов хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта. Предусматривать фланцевое соединение через каждые 12 метров (мерная длина).

Марка трубопроводов хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта:

Полиэтиленовая труба ПЭ-100 SDR 17 - 200×11,9. Мерная длина 12 п.м. с двумя  
штулками под фланец;

Полиэтиленовая труба ПЭ-100 SDR 17 - 400×23,7. Мерная длина 12 п.м. с двумя втулками под фланец;

Полиэтиленовая труба ПЭ-100 SDR 17 - 450×26,7. Мерная длина 12 м, с двумя  
втулками под фланец;

Предусматривается сварное соединение трубопроводов:

- Водовод оборотной воды;
- Водовод оборотной воды (резервный);
- Водовод от насосной станции на аккумулирующем пруду – отстойнике;
- Сеть бытовой канализации напорная К10;
- Трубопровод подачи свежей воды в хвостокранилище;

В нижних точках магистралей организовать точки опорожнения (сбросники) для обеспечения полного опорожнения магистралей на период остановки. Тройники в точках опорожнения предусмотреть металлические.

В верхних точках предусмотреть устройства для сброса воздуха при заполнении и опрессовке магистралей (воздушные краны).

**Приложения:**

Приложение № 1. Координаты точек подключения проектируемых технологических трубопроводов, пульповодов, водоводов оборотной воды.

Приложение № 2. Ситуационный план расположения технологических трубопроводов, пульповодов, водоводов оборотной воды от точек подключения.

Приложение № 3. Типовые разрезы.

**СОСТАВИЛ**

Главный инженер ОФ

«26» 10 2023 г.



Кунуликов Д.С.

**СОГЛАСОВАНО**

Технический директор

«04» 10 2023 г.



Егоров В.В.

Начальник ОФ

«07» 10 2023 г.



Галимов Ф.Н.

Начальник ОКС

«04» 10 2023 г.



Коротков И.А.

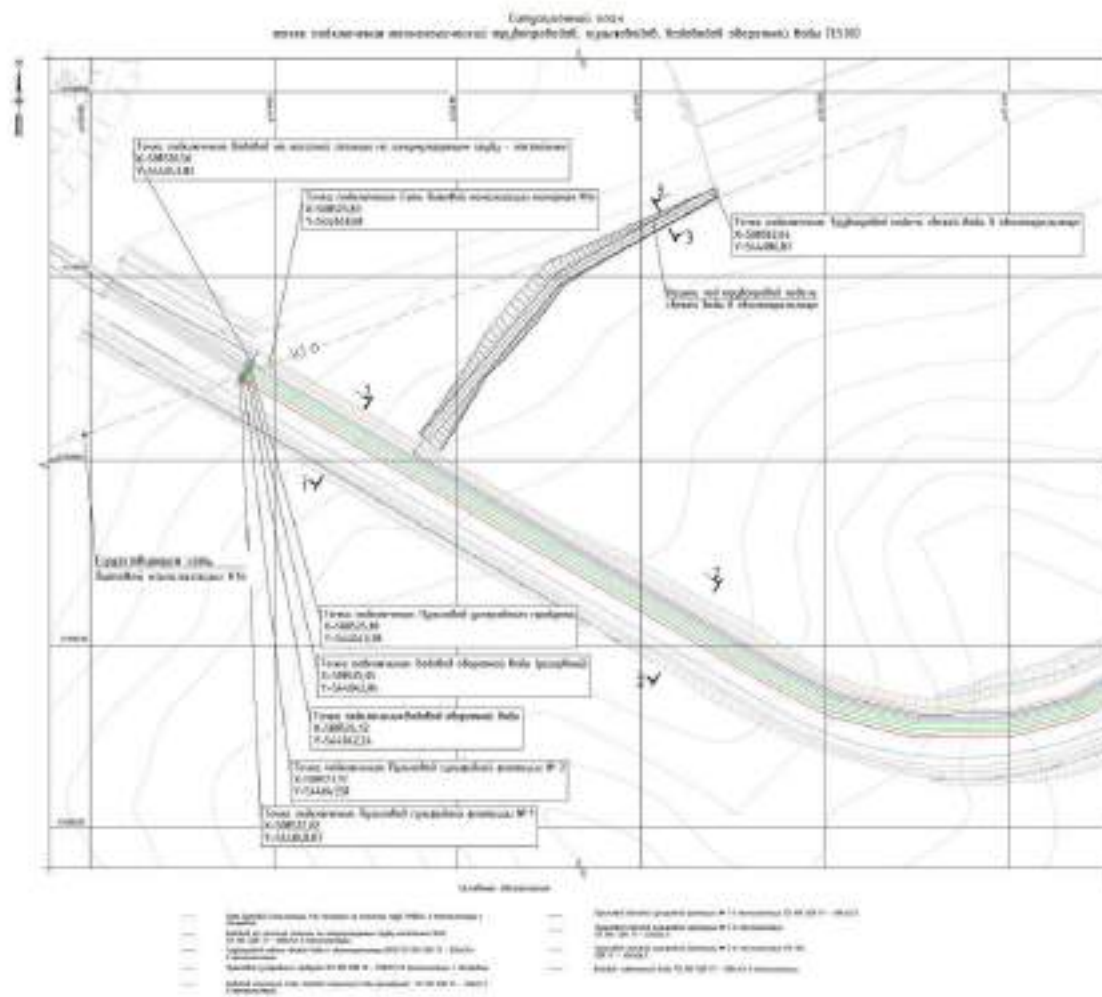


## Приложение № 1

Координаты точек подключения проектируемых технологических трубопроводов, пульповодов, водоводов оборотной воды

Наименование	Координаты точек подключения			Материал	Диаметр трубопровода, мм	Рабочее давление, МПа (кг/см²)	Параметры технологических сред
	X**	Y**	Z*				
Хвостохранилище хвостов сульфидной флотации и углеродного продукта							
Пульповод сульфидной флотации № 1	508522,02	544040,87	455,38	ПЭ 100 SDR17 по ГОСТ 18599-20101	400x23,7	0,92 (9,2)	Хвостовая пульпа ρ=1,35 т/м³, t=5-25°C
Пульповод сульфидной флотации № 2	508523,11	544041,58	455,38		450x26,7	0,92 (9,2)	
Пульповод углеродного продукта	508525,88	544043,38	455,38	ПЭ 100 SDR17 по ГОСТ 18599-2001	200x11,9	0,84 (8,4)	Хвостовая пульпа ρ=1,2 т/м³, t=5-25°C
Водовод оборотной воды	508524,12	544042,23	455,38	ПЭ 100 SDR17 по ГОСТ 18599-2001	355x21,1	0,6 (6)	Оборотная вода t=1-22 C, ρ=1 т/м³
Водовод оборотной воды (резервный)	508525,04	544042,83	455,38				
Трубопровод подачи свежей воды в хвостохранилище	508502,03	544087,87	458,37	ПЭ 100 SDR17 по ГОСТ 18599-2001	255x13,4	1 (10)	Вода
Водовод от насосной станции на аккумулирующем пруду-отстойнике	508459,58	544316,16	455,38	ПЭ 100 SDR17 по ГОСТ 18599-2001	200x11,9	0,4 (4)	Технологические стоки
Сеть бытовой канализации напорная К10	508525,83	544048,67	455,58	Труба стальная по ГОСТ 10705-80	108x4	0,2 (2)	Вода
* Отметка низа труб уточняется по месту, система высот Балтийская.							
** Плановые координаты в местной локальной сети							

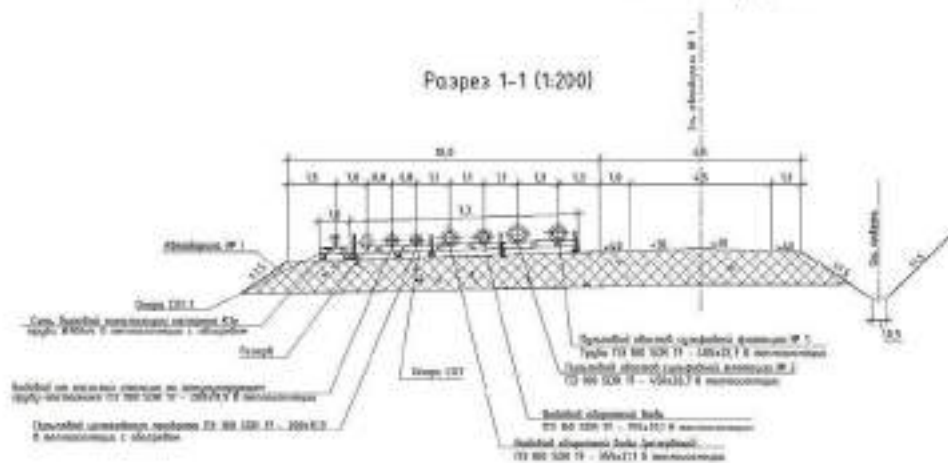
## Приложение № 2



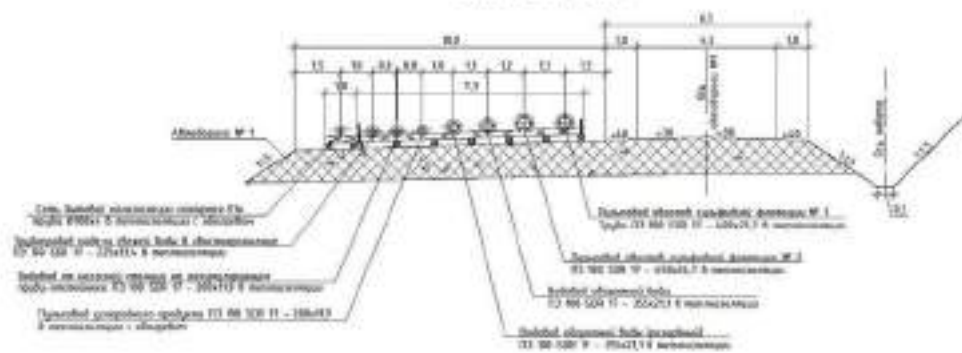
### Приложение № 3

### Типовые разрезы

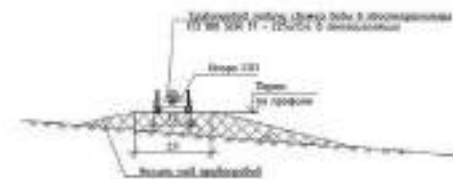
Разрез 1-1 (1:200)



Разрез 2-2 (1:200)



Разрез 3-3 (1:200)



Приложение Н  
ТКП КВ-808 от 07.11.2023



ТЕХНИКО-КОММЕРЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ № КВ-808 от 07.11.2023

Для ТОО «Бакырчинское горнодобывающее предприятие»

Плавающая насосная станция CHZMEK-PS 800/76





Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

## 1. ИНФОРМАЦИЯ О КОМПАНИИ

ООО «Челябинский завод мобильных энергоустановок и конструкций» занимается решением задач в сфере обеспечения промышленных предприятий надежным пожарным, насосным, компрессорным и газоразделительным оборудованием в блочно-модульном исполнении. Предлагаемые нами решения строятся на основе использования современного, качественного и надежного оборудования и материалов как российского производства, так и известных зарубежных производителей.

Квалифицированные сотрудники ООО «Челябинский завод мобильных энергоустановок и конструкций» помогут Вам разработать проект, подобрать оборудование, установить и ввести его в эксплуатацию, как в блочно-модульном исполнении, так и в уже существующих капитальных помещениях. Мы производим поставку расходных материалов и запасных частей к поставленному оборудованию, проводим сервисное обслуживание, гарантийный и послегарантийный ремонт.

Действующая система менеджмента качества, высококвалифицированный коллектив, индивидуальный подход, полный пакет разрешительной документации - залог стабильно высокого качества нашей продукции.

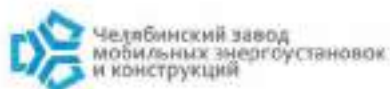
На сегодняшний день компания ООО «ЧЗМЭК» реализовала более 1800 проектов для 350 предприятий различных отраслей промышленности. Среди них такие известные российские и зарубежные компании, как ОАО «Газпром», «Салым Петролеум Девелопмент Н.В.», ООО «Ильский НПЗ», ЗАО «Сибирская Сервисная Компания», ОАО «Российские железные дороги», ERIELL GROUP, ОАО «Лукойл», Schlumberger, ОАО «Новатэк», ООО «Уральская горно-металлургическая компания», ОАО «Северсталь», Polymetal International, Polysus Gold International, ОАО «Роснефть» и многие другие.

Преимущества ООО «Челябинский завод мобильных энергоустановок и конструкций»:

- 15 лет успешной работы;
- более 1800 успешно реализованных проектов;
- более 450 высококвалифицированных специалистов;
- комплексное выполнение индивидуальных проектов;
- быстро реагируемое производство;
- индивидуальный подход к каждому заказчику.

ООО «ЧЗМЭК»  
НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебозаводская, 6  
тел./факс (351) 729-91-06, 222-41-44  
e-mail: zakaz@chzmech.ru



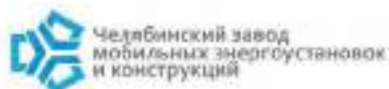


WWW.CHZMEK.RU

**2 Предмет предложения:****Плавучая насосная станция CHZMEK-PS 800/76****Основные технические характеристики\*:**

Режим работы насосной станции	круглосуточный/круглосезонный
Назначение насосной станции	Подача оборотной воды из отстойного яруса хвостосортировочного хвостов сульфидной флотации на обогащающую фабрику
Температура внутри насосной станции, °C	+5...+35
Сейсмичность района эксплуатации, балл	6
Характеристики перекачиваемой среды	Сметленная оборотная вода
Наименование	
Плотность	
Вязкость	
Водородный показатель	
Твердые включения (содержание)	
Твердые включения (размер)	
Температура минимальная	
Температура максимальная	
pH воды в хвостосортировочном	
Климатические параметры района эксплуатации	III район / 1,5кПа III район / 0,56кПа Минус 44 Минус 49
Снеговой район	
Ветровой район	
Температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, °C	
Абсолютно минимальная температура, °C	
Срок службы, лет	25
Габаритные размеры насосной станции, (ДхШхВ*), мм	12000х3000х3000*
Категория надежности электроснабжения	II
Степень огнестойкости	IV

ООО «ЧЗМК»  
 НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
 в блочно-модульном исполнении  
 г. Челябинск ул. Хлебозаводская, 6  
 тел./факс (351) 729-91-06, 222-41-44  
 e-mail: zakaz@chzmech.ru



WWW.CHZMEK.RU

Напряжение питания, В	380/50
Тип системы заземления	IT
Полная установленная мощность насосной станции, кВт	310*
Установленная мощность насосной станции, кВт	294,5*

\* Уточняется на этапе разработки конструкторской документации

### 3 Плавучая насосная станция CHZMEK-PS 800/76

#### 3.1 Комплектность поставляемого оборудования одного модуля насосной станции

№	Наименование	Кол-во, шт.
1	<p><b>Блок-бокс</b> Габариты 12000х3000х3000 мм.</p> <p><b>Конструктивные решения:</b></p> <p>Несущие конструкции выполнены из гнутосварных коробчатых профилей 100 х 100 х 4 по ГОСТ 30245-2003 из стали 09Г2С.</p> <p>Стеновое наружное ограждение - стеновые сэндвич-панели, с металлическими облицовками (толщиной 0,45 мм), с утеплителем из минеральной базальтовой ваты (толщиной 150 мм, раскладка панелей горизонтальная).</p> <p>Кровля - кровельные сэндвич-панели по балкам каркаса, с металлическими облицовками (толщиной не менее 0,45мм) с утеплителем из минеральной базальтовой ваты (толщиной 150мм).</p> <p>Кровля – двускатная, съемная. Снегозадержание - не предусмотрено.</p> <p>Водосток неорганизованный.</p> <p>Перегородка - стеновые сэндвич-панели, с металлическими облицовками (толщиной 0,45 мм), с утеплителем из минеральной базальтовой ваты (толщиной 150 мм, раскладка панелей горизонтальная).</p> <p>Внутренняя отделка стен и потолка: стальной окрашенный лист сэндвич-панелей.</p> <p>Пол выполнен в соответствии с требованиями ФЭ №384-Ф 3 и СП 29.13330.2011.</p> <p>Пол - утепленный, негорючий, покрытие-стальной лист с чечевичным рифлением.</p> <p>Двери - металлические, двуствольные, распашные, утепленные (ПГ), с уплотнителем, доводчиком-самозакрывающим, с замком. Активное полотно 900мм, пассивное 900 мм.</p>	1
2	<p><b>Комплект металлоконструкций (винтонов)</b> для обеспечения плавучести насосной станции:</p> <p>- Поплавок большой L=14000мм, D=1400мм (09г2с, смотровые люки, АКЗ) – 3шт</p>	1 компл.
3	<p><b>Комплект металлоконструкций (винтонов)</b> для обеспечения плавучести переходного моста:</p> <p>- Поплавок малый L=3000мм, D=1200мм (09г2с, смотровые люки, АКЗ) –</p>	1 компл.

ООО «ЧЗМК»

НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
в блочно-модульном исполненииг. Челябинск ул. Худоболовская, 6  
тел./факс (351) 729-91-06, 222-41-44  
e-mail: zakaz@chzmech.ru

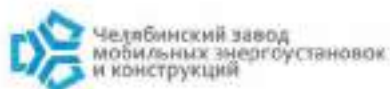




	20шт	
4	Комплект металлоконструкций для переходного моста (площадка, ограждения, конструкции для прокладки трубопровода и кабелей) L=100м.п. (10 секций)	1 компл.
4.1	Комплект металлоконструкций для ходовой площадки обслуживания по периметру насосной станции с ограждениями	1 компл.
5	<b>Система якорения</b> Предусматриваются «мертвые» якоря, система якорения исключает повреждение либо нарушение целостности гидроизоляционного экрана	1 компл.
6	<b>Система вентиляции на базе двух вентиляторов ВО-4М300А</b>	1 компл.
7	<b>Система электрического отопления</b>	1 компл.
8	Насосный агрегат (поставляется заказчиком) 2насоса (1рабочий, 1 резервный), насосы монтируются через съемную крышку. Предусмотрена возможность установки насоса Заказчика ROTTECH RT-SCDI 250/200-530	-
9	<b>Шкаф управления насосами:</b> -ПЛК Siemens -Частотное регулирование (ПЧ ABB ABB ACS580-01-430A-4 – 2 шт. на 2 насоса (1рабочий, 1 резервный). Поставка Заказчика, предусмотрено место для их установки) - Частотный преобразователь ESQ 760 для насоса системы антиобледенения <i>Предусмотрено место для установки шкафа связи Заказчика габарит 600х300х1200мм</i>	1
10	<b>Щит собственных нужд</b>	1
11	<b>Трубопроводные детали</b> (трубопровод стальной, тройники, отводы, переходы, фланцы) Материал трубопровода сталь 20/ сталь 09Г2С. Внутреннее покрытие не предусмотрено  Предусмотрен гибкий резинотканевый трубопровод до берега Ду300 с ответными фланцами (2 нитки 100м.п.), в комплект не входит система его обогрева и утепления.	1 компл.
12	<b>Трубопроводная арматура:</b> дисковые поворотные затворы с ручным управлением (корпус- чугун, диск – чугун, уплотнение - EPDM), обратные клапаны (материал корпуса – чугун).	1 компл.
13	<b>Приборы КИПиА:</b> -Реле давления, -Манометры МПЗ-У, -Мановакуумметры МВПЗ-У, -Датчик уровня в водоеме, -Расходомер электромагнитный – 2шт, -Кренометр с привязкой к допустимому уровню наклона оси насосов – 2шт.	1 компл.
14	<b>Система антиобледенения</b> Система антиобледенения выполнена на основе применения дополнительного насоса (барботаж)	1 компл.
15	<b>Таль грузоподъемная, 3т</b>	1

ООО «ЧЗМК»

НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
в блочно-модульном исполненииг. Челябинск ул. Худобаволенская, 6  
тел./ факс (351) 729-91-06, 222-45-44  
e-mail: zakaz@chzmech.ru



WWW.CHZMEK.RU

16	Комплект такелажного оборудования	1 КОМПЛ.
17	Комплект спасательных средств	1 КОМПЛ.
18	Первичные средства пожаротушения (огнетушители ручные порошковые)	1 КОМПЛ.

**Примечания:**

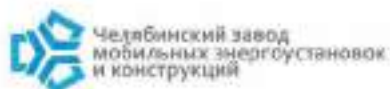
Предусмотрены меры для исключения повреждения всасывающих линий при посадке насосной станции на грунт

КДС, 26.10.2023 Насосы с сальниковым уплотнением 16х16 мм. Насосы не требуют дополнительного гидроподпора сальниковых уплотнений так как насос имеет каналы для подачи воды из рабочей камеры и сброса давления воды сальниковых узлов. Подвод чистой сальниковой воды на насосную станцию не требуется.

ООО «ЧЗМК»  
НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Худобозовская, 5  
тел./факс (351) 729-91-06, 222-41-44  
e-mail: zakaz@chzmech.ru







WWW.CHZMEK.RU

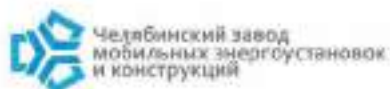
**Предварительный состав оборудования шкафов:****Состав ШВР:**

Комплектация	Производитель / серия	Описание	Кол-во
Шкаф	DKC CQE	Шкаф напольный DKC 2000x1000x600мм, серия CQE, IP54	2
АВР	CHINT Zebo Logic	380В, 630А+секц., 3 фазы на ZeboLogic 2.2, NMEN, электронный расцепитель, мотор-привода	1
Нагрузка	CHINT NS2	Автомат защиты двигателя CHINT серия NS2 с поворотной ручкой 24А-32А	1
Нагрузка	CHINT NS2	Автомат защиты двигателя CHINT серия NS2 с поворотной ручкой 2.5А-4А	4
Нагрузка	CHINT NXB-63S	Авт. выкл. NXB-63S 3P-40A 4.5kA x-ка C (R) (CHINT)	1
Нагрузка	CHINT NXB-63	Авт. выкл. NXB-63 3P 10A 6kA x-ка B (R) (CHINT)	2
Нагрузка	CHINT NXB-63	Авт. выкл. NXB-63 3P 6A 6kA x-ка B (R) (CHINT)	2
Нагрузка	CHINT	Контактор CHINT, серия NXC, 32А	1
Нагрузка	CHINT	Контактор CHINT, серия NXC, 9А	9
Нагрузка	CHINT	Контактор CHINT, серия NXC, 6А	2
Нагрузка	CHINT NHR17	Отключающий выключатель-разъединитель NHR17, 3P, 630А, со вспомогательными контактами	1
Нагрузка	КЭАЗ	Плавкая вставка 500А + основание	3
Шкаф	CHINT	Многофунк. нзм. прибор PD666-1S3 380V 5A 3ф 96x96 LCD дисплей ES455	2
Шкаф	IdElectro	Вентилятор с фильтром 600 м3/ч 230В, вентиляционная решетка, термостат	1
Шкаф	IdElectro Шина гибкая медная	Шина медная гибкая 32x3 длина 1м, допустимый длительный ток In=796А	13

**Состав ШР:**

Комплектация	Производитель / серия	Описание	Кол-во
Шкаф	DKC ST	860x600x100	1
Нагрузка	DKC Inprel	NX1241 Y380V, класс I+II, 4-полюсный, L1-L2-L3-N	2
Нагрузка	КЭАЗ	Плавкая вставка 500А + основание	6

ООО «ЧЗМК»  
НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Худобозовская, 8  
тел./факс (351) 729-91-06, 222-45-44  
e-mail: zakaz@chzmech.ru



WWW.CHZMEK.RU

СоставЩСН:

Комплектация	Производитель / серия	Описание	Кол-во
Щкаф	CHINT	ЩСН на CHINT	1

СоставЩА1:

Комплектация	Производитель / серия	Описание	Кол-во
ПЛК	MOXA	5-портовый коммутатор EDS-205	1
ПЛК	Siemens	Панель оператора SIMATIC 7"	1
ПЛК	SIMENS S7-1200	Siemens 1214C ЦПУ + 4AI/2AO+16DI/16DO + 2xRS-485	1
ПЛК		32DI, 16DO, 8AI, 2AG + 22 реле	1
Щкаф	DSC ST	1200x600x300	1

ООО «ЧЗМЭК»  
НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Худобозовская, 8  
тел./ факс (351) 729-91-06, 222-41-44  
e-mail: zakaz@chzmech.ru





Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

### 3.2 Расчет стоимости

№ п/п	Наименование оборудования	Цена за ед. руб., с НДС 0%	Кол-во, шт.	Стоимость, руб., с НДС 0%
1	Плавучая насосная станция CHZMEK-PS 800/76	59 164 190, 00	1	59 164 190, 00
2	Разработка рабочей документации (РД)	475 000, 00	1	475 000, 00
3	Доставка на условиях ДАР - п. Ауэзов, Жарминский район, ВКО, респ.Казахстан	3 410 000, 00	1	3 410 000, 00
4	Шеф-монтажные работы (ШМР)	991 760, 00	1	991 760, 00
5	Пуско-наладочные работы (ПНР)	921 680, 00	1	921 680, 00
Итого стоимость (с НДС, 0%), руб.				64 962 630, 00

**Оплата за оборудование:** предоплата 40%, 60% в течение 10 календарных дней с момента поставки.

**Оплата за услуги:**

- разработка РД: предоплата 50%, 50% по факту подписания акта о предоставлении услуги.
- ШМР/ПНР: предоплата 50% по уведомлению о выезде специалиста и 50% по факту подписания актов.

**Срок разработки РД** – 25 календарных дней с момента внесения предоплаты и подписания договора (возможен старт работ с момента получения ГП).

**Срок изготовления и поставки:** 105 рабочих дней с момента согласования рабочей документации, при условии подписания договора и внесения предоплаты.

**Гарантия:** составляет 24 месяца с момента ввода оборудования в эксплуатацию, но не более 36 месяцев с момента отгрузки.

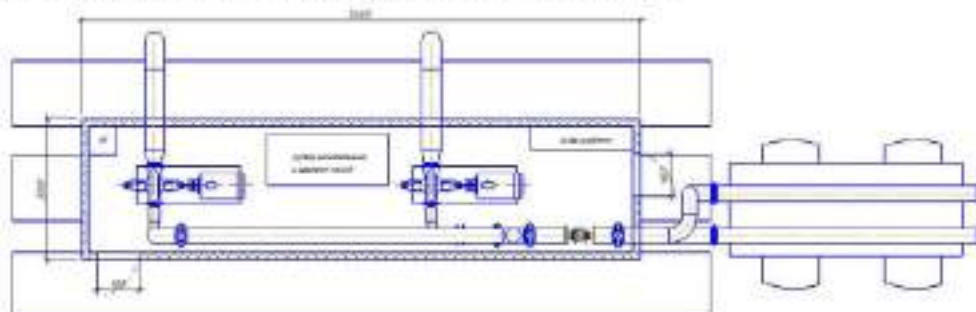
\*Разгрузочные, монтажные работы и обучение персонала заказчика не входят в комплект поставки ООО «ЧЗМЭК». Предусмотрен инструктаж персонала заказчика.

Исполнитель:  
Гафигуллин Ильдар Айдарович  
Руководитель проекта  
Тел./whats: 8 912 801 14 22  
E-mail: 124@chzmeck.ru

ООО «ЧЗМЭК»  
НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Худобоводская, 6  
тел./факс (351) 729-91-06, 222-43-44  
e-mail: zakaz@chzmeck.ru



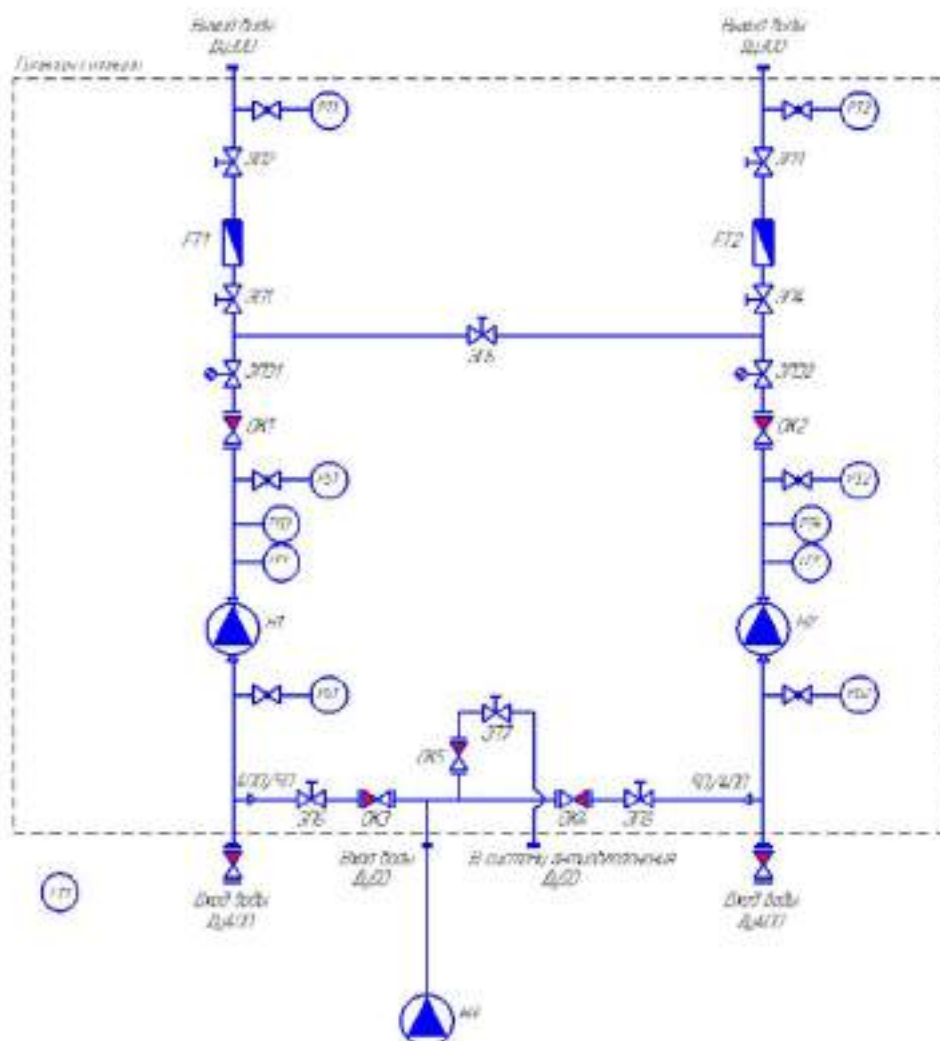
### 3.3 Чертеж Плавучей насосной станции CHZMEK-PS 800/76



\*Приведен ориентировочный чертеж, данные уточняются при проектировании

ООО «ЧЗМК»  
НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебозаводская, 5  
тел./ факс (351) 729-91-06, 222-41-44  
e-mail: zakaz@chzmech.ru





ООО «ЧЗМК»  
НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Худобовоцкая, 6  
тел./факс (351) 729-91-06, 222-45-44  
e-mail: zakaz@chzmech.ru







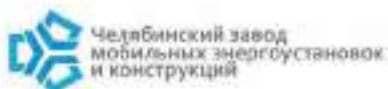
Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

Объём	Наименование	Кол-во шт	Примечание
НННН	Насосный агрегат (бензиновый)	2	Поставка двигателя
НН	Насосный агрегат (электрический) / запорный	1	
ОК1-ОК2	Обратный клапан Ду300 Р/Б	2	
ОК3-ОК5	Обратный клапан Ду50 Р/Б	3	
ЗД1-ЗД2	Запорный клапан с электроприводом Ду300 Р/Б	2	
ЗД3-ЗД5	Запорный клапан Ду300 Р/Б	5	
ЗД6-ЗД8	Запорный клапан Ду50 Р/Б	3	
НН1-НН2	Манометр	2	
НН3-НН4	Манометр	2	
Л11	Запорник	1	
Р11-Р12	Регулятор	2	
Р13-Р14	Датчик давления	2	
Р15-Р16	Регулятор	2	
Л17-Л18	Контрольно-измерительный датчик	2	

ООО «ЧЗМК»  
НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Худобозовская, 5  
тел./факс (351) 729-91-06, 222-41-44  
e-mail: zakaz@chzmech.ru





WWW.CHZMEK.RU

### 3.4 Исполнение станции

Блочные здания на базе нескольких блок-боксов снабжены всеми системами, необходимыми для надежной работы установленного технологического оборудования:

1. Система электрического отопления станции.
2. Система рабочего и аварийного освещения.
3. Система вентиляции станции с автоматическими воздушными заслонками и воздуховодами.
4. Система контроля и управления работой насосной станции со шкафом автоматики CHZMEK.
5. Система электроснабжения.



ООО «ЧЗМК»  
НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Хлебозаводская, 5  
тел./ факс (351) 729-91-06, 222-41-44  
e-mail: zakaz@chzmech.ru



Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

### 3.5 Трубопровод в насосной станции стальной

Стальные трубопроводы имеют ряд существенных преимуществ перед любыми другими. Это такие их качества, как:

- возможность получения высокой степени герметизации соединений;
- высокая прочность всех участков и всей системы;
- небольшой вес конструкции при необходимой прочности;
- удобство и относительная легкость монтажа;
- экономическая эффективность.



Это не все преимущества металлических трубопроводов, тем не менее - это основная их часть, позволяющая в огромном количестве случаев остановить свой выбор именно на них.

Благодаря своей высокой прочности конкурентов по привлекательной стоимости у стали просто нет. Это касается как наружных трубопроводов, так и внутренних. Именно сталь позволяет системам выдерживать максимальные перепады температур и давления.

Все виды трубопроводов, выполненные из стали на нашем заводе и смонтированные нашими специалистами, зачастую не имеют конкурентов по стоимости установки и расходам на владение.

Поэтому если стальные системы труб были рекомендованы, изготовлены и установлены нашим предприятием, Вы долгое время будете использовать их без каких-либо проблем.

Сварочные работы стальных трубопроводов выполняются в соответствии СП 105-34-96 «Свод правил по производству сварочных работ и контролю качества сварных соединений».

Исполнение фланцев по уплотнительной поверхности в соответствии с ГОСТ 12815.

ООО «ЧЗМК»  
НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Худобоводская, 6  
тел./факс (351) 729-91-06, 222-41-44  
e-mail: zakaz@chzmech.ru



Челябинский завод  
мобильных энергоустановок  
и конструкций

WWW.CHZMEK.RU

#### 4 Сертификаты

Сертификат соответствия требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (ISO 9001:2015) (№ РОСС RU.С.04ЩА.СК.0719 от 11.02.2016).

Лицензия на осуществление деятельности по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений (лицензирующий орган: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий) (4-Б/00806 от 25.03.2013).

Свидетельство «НАКС» о готовности к использованию аттестованной технологии сварки в соответствии с требованиями РД 03-615-03, (№ АЦСТ-69-01925 от 05.07.2017).

Сертификат соответствия «Блочные и модульные здания и помещения бытового и технологического назначения контейнерного типа и сборно-разборные» (№ РОСС RU.АГ35.П02635). Срок действия: с 31.03.2017 по 30.03.2020.

Декларация о соответствии продукции требованиям ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования»; ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования»; ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств». Оборудование насосное: насосные станции и установки, моделей CHZMEK-PS, CHZMEK-PSF, CHZMEK-PSFF, CHZMEK-PSFW, CHZMEK-PSW, CHZMEK-PSWP, CHZMEK-WP, CHZMEK-PST, CHZMEK-PSTR, CHZMEK-TP, CHZMEK-PSS, CHZMEK-PSQ. (ТС N RU Д-РУ.АЛ87.В.00220). Срок действия: по 26.05.2025.

Свидетельство о государственной регистрации «Продукция (станции насосные блочно-модульные) соответствует единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям, разрешена для производства, реализации и использования для применения в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения» (Таможенный союз Республики Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации), (№ RU.33.BJL04.013.E.000953.11.12 от 30.11.2012).

ООО «ЧЗМК»  
НАСОСНОЕ, КОМПРЕССОРНОЕ, ГАЗОРАЗДЕЛИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
в блочно-модульном исполнении  
г. Челябинск ул. Худобоводская, 6  
тел./факс: (351) 729-91-06, 222-41-44  
e-mail: zakaz@chzmech.ru

