Р О С С И Й С К А Я Ф Е Д Е Р А Ц И Я

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРЕДПРИЯТИЙ
УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

«СПб-ГИПРОШ▲ХТ»

АО «КАРЕЛЬСКИЙ ОКАТЫШ»

ВНЕШНИЕ ОТВАЛЫ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД АО «КАРЕЛЬСКИЙ ОКАТЫШ»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

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

Подраздел 7. Технологические решения

Часть 1. Текстовая часть

П12115-07.01-ИОС7

Том 7.1

Технический директор	**А.А. Подосенов**
Главный инженер проекта	**С.Я. Кливер**

Санкт-Петербург
2022

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
ОТДЕЛ ОТКРЫТЫХ РАБОТ		
Начальник отдела	Е.В. Быкасов	
Ведущий инженер-проектировщик	С.Ю. Таланина	
Инженер-проектировщик 1 категории	А.А. Дзендзик	
ОТДЕЛ ГЕОЛОГИИ		
Начальник отдела	Маршак Н.А.	
Сектор геомеханики		
Начальник сектора	Кузьмин С.В.	
Инженер-проектировщик 2 категории	Черенько А.В.	Черенько
Инженер-проектировщик 2 категории	Шибанов М.Д.	
ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ		
Ведущий нормоконтролёр	Т.А. Савина	

СОДЕРЖАНИЕ

Список исполнителей 2
Содержание 3
Информация об исполнителе работы 8
Состав проектной документации 9
1 Основание для проектирования 10
2 Краткие сведения о районе месторождения 12
2.1 Характеристика месторождений 12
Рисунок 2.1 - Схема расположения производственных объектов 12
2.2 Климатический условия 16
3 Геологическое строение участка проектирования 18
3.1 Геологическая и почвенная характеристика участка 18
3.1.1 Участок Западный 18
3.1.2 Участок Северный-2 18
3.1.3 Участок Северный-3 19
3.2 Гидрогеологические условия 20
3.2.1 Участок Западный 20
Рисунок 3.1 - Гидрогеологическая карта Масштаб 1:5000 23
3.2.2 Участок Северный-2 25
3.2.3 Участок Северный-3 27
4 Отвальное хозяйство 30
4.1 Общая характеристика проектируемых отвальных работ 30
4.2 Технология формирования внешних отвалов вскрышных пород 30
4.2.1 Бульдозерное отвалообразование 30
4.2.2 Способ отвалообразования 31
Рисунок 4.1 – Схема бульдозерного отвалообразования 33
Рисунок 4.2 – Схема применения погрузчика на бульдозерном отвале 34
4.3 Параметры и вместимость отвалов 35
Таблица 4.1 - Параметры проектируемых отвалов на конец формирования 35
4.4 Календарный план отсыпки отвалов 35
4.5 Отвальное оборудование 35
Таблица 4.2 – Календарный план отсыпки отвалов 37
Таблица 4.3 – Расчет производительности автосамосвала CAT 793D 38

Таблица 4.4 – Расчет производительности автосамосвала CAT 793D для Западного отвала месторождения Корпанга (продолжение) 40
Таблица 4.4 - Расчёт производительности бульдозеров на отвалообразовании 42
Таблица 4.6 – Списочный парк оборудования по отвалам 43
Таблица 4.7 – Списочный парк оборудования по отвалам (продолжение) 43
Таблица 4.8 – Списочный парк оборудования по отвалам (продолжение) 43
4.6 Параметры проектируемых дорог 44
Рисунок 4.3 - Габаритные размеры автосамосвала БелАЗ 75313 45
4.6.1 Расчет ширины транспортных берм для условий Костомукшского месторождения 45
Таблица 4.9 - Расчетная ширина транспортных берм в условиях проектируемых объектов при соблюдении требований СТУ 47
Рисунок 4.4 - Поперечный профиль технологических автодорог категории I-к, III-к 47
4.6.2 Текущий ремонт и содержание автодорог 47
4.7 Расчёт притоков поверхностных вод с площади отвалов 48
4.8 Отвод поверхностных вод 48
5 Устойчивость бортов отвалов вскрышных пород 51
5.1 Инженерно-геологические условия 51
5.1.1 Инженерно-геологическое строение основания отвалов Северный-2 №2 и Северный-3 51
Таблица 5.1 - Физико-механические свойства пород основания отвалов 51
5.1.2 Гидрогеологические условия 52
5.1.3 Нагрузки и воздействия 52
5.2 Конструкция отвалов Северный-2 №2 и Северный-3 52
5.2.1 Общие сведения об отвалах 52
Таблица 5.2 - Физико-механические свойства отвальной массы 52
5.2.2 Расчётные сечения отвалов 53
Рисунок 5.1 - Отвалы Северный 2 № 2, Северный 3. Выкопировка из ситуационного плана 54
Рисунок 5.2 - Сечения по профильным линиям 1-1; 2-2; 3-3; 4-4 (представлены сверху вниз соответственно) 55
5.3 Методика оценки устойчивости отвалов Северный-2 № 2, Северный-3 56
5.3.1 Общие расчётные положения 56
5.3.2 Обоснование расчётной модели отвалов 56
Рисунок 5.3 - Поверхность пластического течения в осях главных напряжений (c = 0) 57
Таблица 5.3 – Нормативное значение коэффициента запаса устойчивости 59

Таблица 5.4 – Технические характеристики Liebherr PR 776 59
Таблица 5.5 – Технические характеристики CAT 793D 59
5.3.3 Расчётная (численная) модель оценки устойчивости отвалов Северный-2 № 2, Северный-3 60
Рисунок 5.4 - Сечение 1 с указанием значений физико-механических свойств 61
Рисунок 5.5 - Сечение 2 с указанием значений физико-механических свойств 61
Рисунок 5.6 - Сечение 3 с указанием значений физико-механических свойств 62
Рисунок 5.7 - Сечение 4 с указанием значений физико-механических свойств 62
Рисунок 5.8 - Сечение 1 с указанием нагрузок от экскаватора 63
Рисунок 5.9 - Сечение 1 с указанием нагрузок самосвала 63
Рисунок 5.10 - Сечение 3 с указанием нагрузок от экскаватора 64
Рисунок 5.11 - Сечение 3 с указанием нагрузок от самосвала 64
5.4 Заключение 65
Таблица 5.6 – Значения коэффициентов запаса устойчивости 65
Таблица 5.7 – Значения коэффициентов запаса (с учётом техники) 65
Рисунок 5.12 - Сечение 1. Северный откос. 3%. Сухой отвал 66
Рисунок 5.13 - Сечение 1. Северный откос. 3%. Сухой отвал с учётом нагрузок от самосвала 66
Рисунок 5.14 - Сечение 1. Северный откос. 3%. Сухой отвал с учётом нагрузок от гусеничного трактора 66
Рисунок 5.15 - Сечение 1. Северный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ) 66
Рисунок 5.16 - Сечение 1. Северный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ) с учётом нагрузок от самосвала 67
Рисунок 5.17 - Сечение 1. Северный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ) с учётом нагрузок от гусеничного трактора 67
Рисунок 5.18 - Сечение 1. Южный откос. 3%. Сухой отвал 67
Рисунок 5.19 - Сечение 1. Южный откос. 3%. Сухой отвал с учётом нагрузок от гусеничного трактора 68
Рисунок 5.20 - Сечение 1. Южный откос. 3%. Сухой отвал с учётом нагрузок от самосвала 68
Рисунок 5.21 - Сечение 1. Южный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ) 69
Рисунок 5.22 - Сечение 1. Южный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ) с учётом нагрузок от гусеничного трактора 69
Рисунок 5.23 - Сечение 1. Южный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ) с учётом нагрузок от самосвала 70
Рисунок 5.24 - Сечение 2. Северо-Восточный откос. 3%. Сухой отвал 70

Рисунок 5.25 - Сечение 2. Северо-Восточный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ).....71
Рисунок 5.26 - Сечение 2. Юго-Западный откос. 3%. Сухой отвал 71
Рисунок 5.27 - Сечение 2. Юго-Западный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ).....71
Рисунок 5.28 - Сечение 3. Северо-Восточный откос. 3%. Сухой отвал 72
Рисунок 5.29 - Сечение 3. Северо-Восточный откос. 3%. Сухой отвал с учётом нагрузок от гусеничного трактора.....72
Рисунок 5.30 - Сечение 3. Северо-Восточный откос. 3%. Сухой отвал с учётом нагрузок от самосвала.....72
Рисунок 5.31 - Сечение 3. Северо-Восточный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ).....73
Рисунок 5.32 - Сечение 3. Северо-Восточный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ) с учётом нагрузок от гусеничного трактора.....73
Рисунок 5.33 - Сечение 3. Северо-Восточный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ) с учётом нагрузок от самосвала.....73
Рисунок 5.34 - Сечение 3. Юго-Западный откос. 3%. Сухой отвал 74
Рисунок 5.35 - Сечение 3. Юго-Западный откос. 3%. Сухой отвал с учётом нагрузок от гусеничного трактора.....74
Рисунок 5.36 - Сечение 3. Юго-Западный откос. 3%. Сухой отвал с учётом нагрузок от самовала 74
Рисунок 5.37 - Сечение 3. Юго-Западный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ).....75
Рисунок 5.38 - Сечение 3. Юго-Западный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ) с учётом нагрузок от гусеничного трактора.....75
Рисунок 5.39 - Сечение 3. Юго-Западный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ) с учётом нагрузок от самосвала.....76
Рисунок 5.40 - Сечение 4. Южный откос. 3%. Сухой отвал 76
Рисунок 5.41 - Сечение 4. Южный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ).....77
Рисунок 5.42 - Сечение 4. Северный откос. 3%. Сухой отвал.....77
Рисунок 5.43 - Сечение 4. Северный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ) 77
6 Геолого-маркшейдерское обслуживание на отвальных работах.....78
6.1 Общие сведения.....78
6.2 Сведения о составе специалистов маркшейдерской службы 78
6.3 Сведения об опорной сети на горных объектах.....79
6.4 Задачи геолого-маркшейдерской службы на отвальных работах 79
6.5 Численность маркшейдерской службы.....82
Таблица 6.1 - Коэффициенты приведения количества экскаваторов.....83
Таблица 6.2 - Расчет численности участковых маркшейдеров 84

6.6 Геолого-маркшейдерская документация 85
Таблица 6.3 - Перечень графической документации 86
7 Промышленная безопасность 87
7.1 Обеспечение требований промышленной безопасности 87
7.2 Обеспечение безопасности при ведении отвальных работ 88
7.3 Обеспечение безопасности работы карьерного транспорта 89
7.4 Техника безопасности и охрана труда 90
7.5 Меры по уменьшению влияния шума и вибрации 92
7.6 Мероприятия по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу 92
Таблица 7.1 - Данные об эффективности мероприятий по пылеподавлению 93
Список использованных источников 95
Приложение 1 96
Приложение 2 97
Лист регистрации изменений 99

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ИСПОЛНИТЕЛЕ РАБОТЫ

Настоящая работа выполнена Обществом с ограниченной ответственностью по проектированию предприятий угольной промышленности «СПб-Гипрошахт» (далее – ООО «СПб-Гипрошахт»).

ООО «СПб-Гипрошахт» оказывает услуги и выполняет предпроектные и проектные работы для строительства, реконструкции, технического перевооружения и закрытия предприятий горнодобывающей, перерабатывающей и др. отраслей промышленности в полном объеме для любых регионов Российской Федерации, а также объектов жилищно-гражданского и коммунально-бытового назначения, выполняет обследование зданий и сооружений, техническую экспертизу проектной и конструкторской документации, что подтверждено лицензиями:

- ООО «СПб-Гипрошахт» является членом саморегулируемой организации Ассоциация проектных организаций «Союзпетрострой-Проект» (АПО «Союзпетрострой-Проект», регистрационный номер записи в государственном реестре саморегулируемых организаций СРО-П-012-06072009 от 06.07.2009), регистрационный номер в реестре членов саморегулируемой организации № 119 от 23.11.2009;

- Лицензия № ПМ-20-000026 от 10.02.2009 г. на производство маркшейдерских работ (лицензия переоформлена на основании решения лицензирующего органа - приказа от 21 июля 2015 г. № 537-л; срок действия лицензии – бессрочно).

Почтовый адрес: ул. Гороховая, д. 14/26, лит. А
г. Санкт-Петербург, 191186, Россия
телефон: (812) 332-30-92

СОСТАВ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Состав проектной документации представлен в томе **П12115-01.01-ПЗ**.

1 ОСНОВАНИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Основание для разработки проектной документации

Настоящий раздел проектной документации разработан ООО «СПб-Гипрошахт» на основании Технического задания на проектирование, утвержденного Главным инженером АО «Карельский окатыш» 01.07.2021 г., в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

– Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ;

– Федеральный закон Российской Федерации от 21 июля 1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;

– Постановление Правительства РФ № 87 от 16.02.2008 г. «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»;

– Федеральный закон Российской Федерации от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;

– ГОСТ 27751-2014 «Надёжность строительных конструкций и оснований».

– Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» (утв. Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору №505 от 08.12.2020г.)

– Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов" (утв. Приказом федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 439от 13.11.2020г.)

– СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах».

Исходные данные и условия для подготовки проектной документации

Настоящий раздел проектной документации разработан ООО «СПб-Гипрошахт» на основании следующих исходно-разрешительных документов:

– Техническое задание на проектирование, утвержденное Главным инженером АО «Карельский окатыш» 25.12.2021 г. – Приложение № 1 к Дополнительному соглашению №1 от 01.07.2022 г. к Договору подряда № Е42-21 от 29.12.2021 г.;

– Лицензия на право пользования недрами ПТЗ 01720 ТЭ, ПТЗ 01721 ТЭ и ПТЗ 01722 ТЭ;

– Утверждённый план инвестиций АО «Карельский окатыш» БП 2020-22 год.

Принятые настоящей проектной документацией решения базируются на материалах следующих инженерных изысканий:

– Технический отчёт по результатам инженерно-геодезических изысканий 44-10/21.ИГДИ.1, выполненный ООО «ГЕОИНТЕГРА» в 2021 г;

– Технический отчёт по результатам инженерно-экологических изысканий 44-10/21,1,ИЭИ, выполненный ООО «ГЕОИНТЕГРА» в 2021 г;

– Технический отчёт по результатам инженерно-гидрометеорологических изысканий 44-10/21.ИГМИ, выполненный ООО «ГЕОИНТЕГРА» в 2021 г;

– Технический отчёт по результатам инженерно-геологических изысканий, выполненных АО «Центрально-Кольская экспедиция» в 2021 г;

– Технический отчет по результатам инженерно-геодезических изысканий А81-21-А/1-ИГИ, выполненный АО «Центрально-Кольская экспедиция» в 2021 г;

– Технический отчет по результатам инженерно-геодезических изысканий А81-21-А/1-ИГИ, выполненный АО «Центрально-Кольская экспедиция» в 2021 г.

При подготовке технических решений использованы материалы ранее выполненных работ:

– Технический проект отработки запасов Костомукшского месторождения железистых кварцитов, ООО «СПб-Гипрошахт» в 2022 г.

– Технический проект разработки участков Северный-3 и Южно-Корпангский-1 Южно-Корпангского железорудного месторождения АО «Карельский окатыш», ООО «Горно-геологический проектный институт», 2017 г.

– Проект отработки запасов Центрального участка карьера Костомукшского месторождения железистых кварцитов (корректировка горно-транспортной части), ООО «СПб-Гипрошахт в 2019 г.

2 КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

2.1 Характеристика месторождений

АО «Карельский окатыш» является одним из крупнейших предприятий Карелии и Северо-Запада России. Комбинат является градообразующим предприятием города Костомукша. Комбинат производит железорудные окатыши с содержанием железа от 64,5 до 66,7 %. Сегодня на долю комбината приходится около 30 % общего объема окатышей, производимых в России и около 40 % в общем объеме экспортируемых российских окатышей. Схема расположения производственных объектов АО Карельский окатыш» представлена на **рис. 2.1**.

Рисунок 2.1 - Схема расположения производственных объектов

Основными транспортными магистралями района являются Западно-Карельская железная дорога, шоссе с твердым покрытием государственная граница-Костомукша - Ледмозеро и строящаяся железная дорога участок Северный-2 - Корпангское месторождение. Дорога местного значения связывает г. Костомукша с райцентром Калевала и г. Кемь. Грунтовая дорога с гравийным покрытием на Вокнаволок обслуживается рейсовым автобусом. В районе развита сеть лесовозных дорог, а также зимников.

Район экономически освоен. В городе Костомукша находится одноименная железнодорожная станция. Железной дорогой АО «Карельский окатыш» связано с Финляндией и всеми городами и портами России и Прибалтики.

Горнообогатительный комбинат и город обеспечиваются электроэнергией, производимой Кемским каскадом ГЭС и Юшкозерской ГЭС, объединенных в систему Карелэнерго.

На предприятии существуют три системы водоснабжения:

1. Хозяйственно-питьевая;

2. Производственная;

3. Оборотная.

Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения является озеро Каменное, принадлежащее бассейну р. Кемь. Водовод от водозаборных до водоочистительных сооружений составляет 18 км. Производительность водозаборного-водоочистительного комплекса 32 тыс. куб. м в сутки. Источником производственного водоснабжения является хвостохранилище, расположенное в чаше озера Костомукшское. Осветленная вода хвостохранилища используется в системе оборотного водоснабжения фабрик и на технические нужды объектов промплощадки.

Производительность системы водоснабжения около 1 млн. $м^3$ /сут.

Оборотное водоснабжение также осуществляется из хвостохранилища. В год объем оборотного водоснабжения составляет 300-350 млн. $м^3$.

Экономическое состояние месторождений можно считать благоприятным, поскольку оно расположено вблизи железной и шоссейной дорог, высоковольтной линии электропередач.

В настоящее время разрабатываются:

1. Костомукшское месторождение. Добыча руды ведётся на 3-х участках: Центральном, Южном и Северном-2.
2. Корпангское месторождение – участки Западный и Восточный.
3. Южно-Корпангское месторождение – участок Северный-3.

Костомукшское месторождение

Костомукшское железорудное месторождение располагается в Костомукшском городском округе Карельской Республики, в 80 км к югу от пос. Калевала и в 30 км к востоку от Государственной границы с Финляндией, в 5 км от ж. д. станции Костомукша, в существующем земельном отводе АО «Карельский окатыш» на земельных участках с кадастровыми номерами 10:04:0026502:754, 10:04:0026502:752, 10:04:0026502:853

Объект проектирования внесен в ГРОРО за номером 10-00008-3-00870-211214. Площадь ОРО 4 450 000 $м^2$. Доставка вскрышных пород осуществляется автомобильным транспортом. Способ формирования отвала – бульдозерный.

Костомукшское месторождение открыто в 1946 г. первый этап его разведки начался в 1950 г., а в 1964-65 гг. завершился утверждением кондиций при бортовом содержании железа растворимого 20 %. В 1978-80 гг. произведена доразведка месторождения. На основе запасов, утвержденных в 1965 и 1980 г. институтом «Гипроруда» было выполнено два технических

проекта: в 1973 г. – проект строительства Костомукшского горно-обогатительного комбината, и в 1983 г. – проект по вовлечению в отработку максимальных запасов руды.

В 2004 г. протоколом ГКЗ №142-к от 11.06.2004 г. утверждаются постоянные разведочные кондиции с сохранением преемственности кондиций 1980 г. В 2005 г. протоколом ГКЗ № 1129 от 24.01.2006 г. утверждены запасы в контуре карьера ТЭО-2004 г., между карьерами 2004-1980 гг. и за контуром карьера ТЭО-1980 г.

На базе утвержденных протоколом ГКЗ от 24.01.2006 г. №1 129 запасов в 2015 году ООО «ГГПИ» разработан «Технический проект разработки Костомукшского месторождения», согласованный Протоколом ЦКР-ТПИ Роснедр от 09.06.2015 г. №79/15-стп.

В 2020 г. ООО «ГГПИ» было выполнено Технико-экономическое обоснование постоянных разведочных кондиций с подсчетом запасов железных руд Костомукшского месторождения (участки Центральный, Южный, Северный-1 и Северный-2), утвержденное Протоколом ГКЗ от 07.08.2020 г. № 6440, согласно которому были утверждены новые кондиции и запасы в контуре и за контуром карьера, а также признаны утратившими силу Протокол ГКЗ от 11.06.2004 г. № 142-к и Протокол ГКЗ от 09.12.2005 г. № 1129.

Переутверждение запасов железных руд Костомукшского месторождения определило необходимость разработки ООО «СПб-Гипрошахт» проектной документации «Технический проект отработки запасов Костомукшского месторождения железистых кварцитов» в 2022 г.

Лицензия на право пользования недрами с целью разработки Костомукшского месторождения железистых кварцитов № ПТЗ 01722 ТЭ от 05.06.2015 г. выдана АО «Карельский окатыш» Департаментом по недропользованию по Северо-Западному федеральному округу. Срок действия лицензии до 01.01.2035 г.

Южно-Корпангское месторождение

Южно-Корпангское месторождение располагается в Республике Карелия в 16 км на северо-восток от г. Костомукша, в 40 км от российско-финской границы.

Южно-Корпангская аномалия выявлена в 1952 г. Кольской аэромагнитной экспедицией в ходе проведения аэромагнитной съемки. В этом же году силами Онежско-Ладожской экспедиции на участке поставлена наземная магнитная съемка, в результате которой была подтверждена аэромагнитная аномалия. В 1973 г. на территории Корпангского месторождения совместно с Южно-Корпангским участком были проведены комплексные геофизические исследования, в ходе которых на территории Южно-Корпангского участка были выделены наиболее перспективные аномальные зоны – Восточная (соответствует участку Северный-3) и Северо-Восточная (соответствует участку Южно-Корпангский-1). В 1973-76 г.г. на участке Костомукшкой ГРП проведены поисково-оценочные работы, в

результате которых была дана качественная характеристика руд и произведен подсчет запасов железных руд по категории C_2 в количестве 124 млн.т.

В 1980 – 83 гг. на Южно-Корпангском участке проведена предварительная разведка с подсчетом запасов железных руд в количестве 115,6 млн.т категории C_2 (в том числе по участку Северный-3 - 48,6 млн.т. категории C_2). По результатам предварительной разведки в 1983 г. институтом «Гипроруда» разработано ТЭО детальной разведки Южно-Корпангского участка и проект временных кондиций, которые были рассмотрены на заседании ЦКЗ Минчермета СССР (протокол №92-вк от 12.10.1983 г.).

В связи с небольшими запасами сравнительно бедных, хотя и легкообогатимых железистых кварцитов Южно-Корпангского участка и учитывая, что потребность в этих рудах возникнет не ранее 2015 г. ЦКЗ Минчермета СССР воздержалась от утверждения временных кондиций для подсчета запасов по участку и признала нецелесообразным проведение детальной разведки участка в то время.

В 2001 г. была начата переоценка Южно-Корпангского участка. В южной части участка Северный-3 пробурено 6 скважин на 2 профилях. В связи с прекращением финансирования работы были остановлены (Бацула Н.М. и др., 2001г.)

В 2009 г. полевые работы на участке Северный-3 были продолжены.

Корпангское месторождение

Корпангское месторождение, расположено в северной части Костомукшского рудного поля (в 5 км к северу от Костомукшского железорудного месторождения) на территории подчиненной г. Костомукша, в 80 км к юго-западу от пос. Калевала и в 20 км от обогатительной фабрики АО «Карельский окатыш», разрабатывается с 2006 г.

Объект проектирования располагается в существующем земельном отводе АО «Карельский окатыш» на земельном участке с кадастровым номером 10:04:0026502:856. Расширение площади размещения объекта проектирования за границы существующего земельного отвода АО «Карельский окатыш» не планируется.

Данные об объекте проектирования внесены в государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОРО), присвоен регистрационный номер 10-00058-3-00592-250914. Площадь ОРО 5 149 000 $м^2$.

Право пользования недрами Корпангского месторождения предоставлено АО «Карельский окатыш» согласно лицензии ПТЗ 01720 ТЭ выданной АО «Карельский окатыш», с целевым назначением - добыча железных руд на Корпангском месторождении - зарегистрирована Севзапнедра №164 от 05.06. 2015 г. Срок окончания действия лицензии - 20 октября 2022 г.

Месторождение рассматривается в настоящее время как основная составляющая минерально-сырьевой базы комбината. Оно выявлено в 1970 г. Геологоразведочные работы

проводились в следующей последовательности: в 1971-1974 гг. поисково-оценочные работы, в 1974-1976 гг. предварительная разведка, в 1977-1981 гг. детальная разведка месторождения. Месторождение состоит из двух участков: Западный и Восточный.

В 1982 г. производственным геологическим объединением «Севзапгеология» представлены на утверждение в ГКЗ СССР запасы Корпангского месторождения. ГКЗ СССР своим решением Протокол №9066 от 24.09.1982 г. постановила принять на государственный учет запасы Корпангского месторождения железных руд.

В 2005 г. АО «Институт Гипроникель» разработал «Проект отработки Корпангского месторождения», в соответствии с которым АО «Карельский окатыш» начал отработку месторождения открытым способом.

В 2016 г. ООО «ГГПИ» произведена корректировка проектных решений проекта разработки Корпангского месторождения» («ОАО «Гипроникель», 2005 г.) при увеличении производительности и извлечением всех балансовых запасов.

2.2 Климатический условия

Климат района умеренно-континентальный с холодной продолжительной зимой и коротким прохладным летом. Средняя температура воздуха самого жаркого месяца – июля составляет +15º С, самого холодного месяца - января –11º С. Летом температура воздуха может повышаться до +30º С, минимальная температура зимой –30º С. Средняя скорость ветра составляет 3-3,5 м/сек. Среднегодовое количество осадков около 500 мм с максимумом в летние и осенние месяцы.

Снежный покров формируется в конце октября - начале ноября, сходит в мае. Мощность снежного покрова составляет 70-80 см, среднее число дней со снежным покровом –175. Промерзание грунтов на открытых участках начинается в октябре-ноябре и достигает максимума в феврале, средняя глубина промерзания составляет 30-60 см, иногда достигает 85 см. Оттаивание грунтов заканчивается к маю.

Район месторождений в орографическом отношении находится в пределах Западно-Карельской возвышенности, представляющей собой всхолмленную равнину.

Рельеф района месторождения характеризуется чередованием грядовых возвышенностей и удлиненных пологих депрессий, ориентированных преимущественно в северо-западном и северном направлениях. Наибольшая высота имеет отметку 257,9 м; относительные превышения достигают 50, редко 70 м. Среднегодовой объем осадков по данным многолетних наблюдений составляет 614-680 мм/год.

Местные возвышенности разделены пониженными заболоченными участками. Глубина болот, в основном, не превышает 2,0-2,5 м и лишь изредка достигают 10-12 м.

Гидрографическая сеть района относится к бассейну Белого моря и изобилует многочисленными озерами, ламбами, малыми реками и ручьями. Наиболее крупным озером является озеро Корпанга, расположенное к юго-востоку от Корпангского месторождения.

Район расположен в таежной зоне. Леса преимущественно хвойные (сосна, ель), реже лиственные (береза, осина, ольха), труднопроходимые.

3 ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ УЧАСТКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

3.1 Геологическая и почвенная характеристика участка

3.1.1 Участок Западный

Западный участок Корпангского месторождения располагается в северной части Костомукшского железорудного района, который в свою очередь расположен в северной части Западно - Карельской структурно-формационной зоны, протяженностью 30 км при ширине 5-10 км.

В геологическом строении участка принимают участие позднеархейские кристаллические образования и перекрывающие их отложения четвертичного возраста (90% площади).

Железистые кварциты составляют около 60% разреза рудоносной толщи. Магнетитовые кварциты слагают пласты и линзовидные тела, длина которых по простиранию составляет от 100 м до 2300 м. Средняя мощность рудных тел меняется от 8 до 40 м. Суммарная мощность рудных тел Западной рудной зоны достигает 160 м. Рудные тела Западной зоны имеют падение на северо-запад под углом 28-60°.

На Западном участке условно выделяются 6 рудных тел. Разделение рудных тел скорее условное, на глубину и по простиранию они то смыкаются, то расходятся, а слагающие их природные типы руд образуют фациальные взаимопереходы, переслаиваясь с сингенетичными парасланцами.

Все породы участка перекрыты рыхлыми четвертичными образованиями, представленными мореной и торфяниками. Моренные отложения представлены супесчано-валунно-галечным материалом. Мощность колеблется от 0 до 20 м, составляя в среднем 4,5 м. Болотно-торфяные отложения пользуются широким распространением, но мощность их редко превышает 1 м.

В соответствии с «Классификацией запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых» по сложности геологического строения Корпангское железорудное месторождение относится ко 2-й группе.

3.1.2 Участок Северный-2

Костомукшское месторождение в плане условно делится на три участка: Северный-2 (профили 171-127), Центральный (профили 80-215) и Южный (профили 217-366). Данные участки характеризуются различной степенью разведанности, количеством рудных тел, качественными и технологическими показателями обогащения руды и другими показателями.

Участок Северный-2 расположен в северной части Костомукшского месторождения, сложен образованиями костомукшской свиты гимольской серии, залегающими на вулканитах

основного-ультраосновного состава контокской серии, ядро - осадочными породами сурлампинской свиты.

Мощность костомукшской свиты в пределах месторождения от 70 до 1000 м. В основании разреза свиты залегают конгломераты, граувакки и аркозоподобные сланцы нижней подсвиты (не более 80 м), выше - непосредственно рудовмещающие образования верхней подсвиты (слюдистые и углеродсодержащие слюдистые сланцы, железистые и безрудные кварциты). По соотношению безрудных и рудных пластов выделены две пачки: нижняя - существенно железорудная и верхняя – пачка переслаивания, в которой несколько преобладают безрудные породы.

На месторождении отмечено большое количество тел интрузивных пород. Наиболее крупные пострудные разломы: крутой надвиг, крутопадающий сбросо-сдвиг в широтной (южной) ветви месторождения и меридиональный взброс вдоль северной ветви.

Рудная зона месторождения протягивается с изгибом на 8 км в северной части и на 5 км - в южной, при ширине 100-1950 м.

Рудная зона состоит из двух залежей: Основной и Залежи переслаивания. Залегание рудной зоны (и рудных тел) месторождения согласное с вмещающими породами костомукшской свиты: крутое, с глубиной более пологое (85º-55º).

Руды и коренные породы покрыты чехлом четвертичных ледниковых отложений средней мощностью до 10 м.

По сложности строения Костомукшское железорудное месторождение относится ко II группе.

3.1.3 Участок Северный-3

Южно-Корпангский участок разделен Корпангской разломной зоной СЗ 300º простирания, проходящей через озера Корпанга и Полвиярви, включает два отдельных участка – Северный-3 и Южно-Корпангский-1.

Геологическое строение участка определяется наличием вытянутой с севера на юг продуктивной костомукшской свиты гимольской серии. Вдоль западной границы участка протягивается полоса метабазитовых сланцев рувинварской свиты. На востоке кварц-биотитовые гнейсо-сланцы костомукшской свиты постепенно переходят в мигматизированные сланцы, мигматиты и гнейсо-граниты. Толща вулканогенно-осадочных пород костомукшской свиты прорвана раннепротерозойскими интрузиями ультраосновных и основных пород доорогенного комплекса.

Рувинварская свита представлена метабазитовыми сланцами (плагиоамфиболовые, биотит-амфиболовые сланцы, амфиболиты сланцеватые), которые имеют гранонематобластовую, нематобластовую, лепидо- нематобластовую структуру полосчатую,

линзовидно- полосчатую, реликтовую миндалекаменную текстуру. Костомукшская свита сложена кварц-биотитовыми, плагиоклаз-кварц-биотитовыми сланцами, участками мигматизированными, гнейсо-сланцы составляют от 30 до 60% мощности костомукшской свиты.

Гранитоидный комплекс представлен гранитоидами раннеорогенной (существенно плагиоклазовой) и позднеорогенной (существенно микроклиновой) стадий.

В плане участок Северный-3 является северным окончанием Костомукшского железорудного месторождения, отчлененный СЗ-320º простирания разломом от Костомукшского месторождения.

Рудные тела располагаются в пределах продуктивной костомукшской свиты. Контакты рудных тел с вмещающими породами согласные, четкие, легко выделяются визуально. Мощность свиты в пределах участка 180-240 м, падение на юго-восток под углами 75-90°. Рудные тела линзообразной формы длиной до 1900 м, разбиты тектоническими нарушениями на 3-4 части.

Четвертичные отложения занимают примерно 95% поверхности. Они представлены рыхлыми обломочными и торфяно-болотными образованиями мощностью 5-7 м и 0,5-2 м. соответственно.

По сложности геологического строения участок Северный-3 относится к III группе.

3.2 Гидрогеологические условия

3.2.1 Участок Западный

Основными структурными элементами гидрографической сети участка Западный Корпангского месторождения является водосбор реки Кемь. Участок расположен на водоразделе рек Ливайоки и Койвуйоки в бассейне р. Ливайоки. Через систему озер Полвиярви, Ливоярви, Юпенга, Епутлакша р. Ливайоки впадает в озеро Верхнее Куйто и далее в Среднее Куйто.

Примерно в 3,5 км к югу от участка расположено озеро Корпанги. Из этого озера вытекает река Корпангийоки. Река Корпангийоки через систему озер – Мутаярви, Хейенялампи, Коккаярви, Вакамаярви впадает в озеро Койвас. В озеро Койвас впадает река Койвуйоки, которая через систему озер - Окуневое, Поппалиярви, Юррикаярви, принимает промышленные стоки АО «Карельский окатыш» из хвостохранилища. Озеро Койвас через оз. Кенто, оз. Лом-озеро, р. Кенти, Юлиярви, Кешкема, и протоки соединяется с озером Среднее Куйто.

Подобные геолого-структурные, геоморфологические и гидрографические особенности строения месторождения в сочетании с климатическими условиями явились теми факторами, которые определили его гидрогеологическую обстановку.

Подземные воды в районе месторождения распространены повсеместно и приурочены к рыхлым четвертичным отложениям и к трещиноватым кристаллическим породам, образуя единый гидравлически взаимосвязанный водоносный горизонт с общим уровнем подземных вод. Разница в составе и характере водовмещающих пород, обуславливающих различные условия циркуляции в них подземных вод, позволяет рассматривать раздельно воды четвертичных отложений и воды трещиноватой зоны кристаллических пород.

Подземные воды четвертичных отложений имеют повсеместное развитие и включают воды торфяно – болотных и ледниковых отложений.

Торфяно-болотным отложения развиты в пониженных участках рельефа. Торфяно-болотные отложения представлены торфом, тонкозернистыми илистыми и пылеватыми супесями. Они имеют незначительную мощность 1-1,5 м. Подземные воды в торфяниках формируются в периоды весенних и осенних паводков. Торфяники сильно влагоемки, обладают слабой водоотдачей, отрицательно влияя на общий поверхностный сток с территории месторождения.

О водообильности торфяников свидетельствуют данные опробования шурфов в аналогичных условиях на Центрально-Костомукшском участке – расход воды здесь составил 0,07 л/сек (0,25 $м^3$ /час).

Подземные воды ледниковых отложений связаны с моренными отложениями супесчано-песчаного состава, с неравномерным содержанием гравийно-галечного материала, дресвы и валунов. Развиты практически повсеместно, залегают на кристаллическом фундаменте и подстилают торфяно-болотные образования. Ледниковые отложения отсутствуют на вершинах возвышенностей. Воды безнапорные, глубина залегания уровня 1-2 м, реже – 4-5 м, в понижениях рельефа он фиксируется вблизи дневной поверхности. Водообильность и водопроницаемость ледниковых моренных отложений, вследствие неоднородного гранулометрического состава, различна, но в целом невысокая. Дебиты источников, редко встречающихся в районе месторождения, не превышают 0,01-0,4 л/с, а коэффициенты фильтрации, составил 0.04-2.6 м/сутки, в зависимостиот гранулометрического состава.

По химическому составу подземные воды четвертичных отложений гидрокарбонатно- сульфатные кальциевые, пресные (минерализация 0,05-0,07 г/л).

Питание подземных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка – в горные выработки.

Подземные воды рудно-кристаллической толщи приурочены к гнейсам, сланцам, амфиболовым и железистым кварцитам и распространены повсеместно, образуя единый безнапорный водоносный горизонт.

Для естественных гидрогеологических условий месторождения характерна тесная гидравлическая связь грунтовых вод с водоносным комплексом рудно-кристаллической толщи и вмещающих пород. Подземные воды коренных пород играют основную роль в обводнении рассматриваемой площади и имеют повсеместное распространение.

Водообильность горизонта зависит от трещиноватости пород. В целом она слабая и весьма слабая, причем большинство трещин являются закрытыми. Зоны тектонических нарушений на общем фоне полученных результатов не выделяются. Трещиноватость пород в разрезе неоднородная. Отмечена повышенная трещиноватость до глубины ~ 100 м (реже 200 м). Наибольшая водообильность кристаллических пород приурочена к верхней части разреза до глубины 40-50 м, где коэффициент фильтрации достигает 1 м/сут. Это зона активного водообмена, где водоносные горизонты объединяются в единый водоносный комплекс. **Рис. 3.1.**

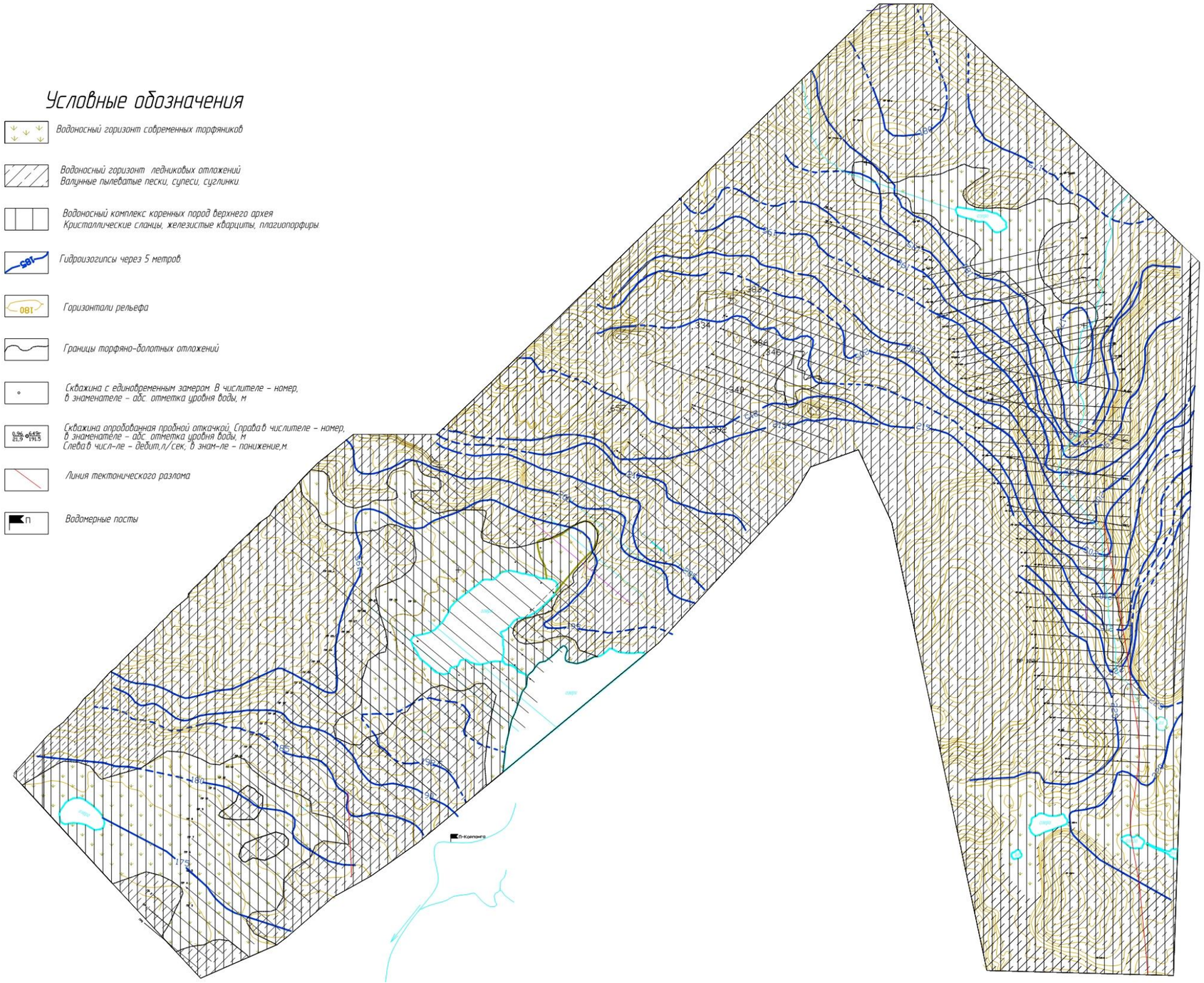

Рисунок 3.1 - Гидрогеологическая карта Масштаб 1:5000

Ниже глубины 50-100 м коэффициент фильтрации колеблется от 0,08 до 0,7 м/сутки (в среднем составляя 0,3 м/сутки), на глубине 100-200 м от 0,02 до 0,1 м/сутки (в среднем составляя 0,05 м/сутки). С глубиной отмечена закономерность уменьшения трещиноватости – нижняя граница относительно водоупорных пород, монолитность которых нарушена лишь отдельными трещинами, отмечается на глубине 200 м. На Западной и Восточной ветвях, а также в Северном замыкании имеет место дизъюктивная зона в виде серии разломов и зон повышенного дробления кристаллических пород.

По результатам гидрогеологических исследований в период проведения детальной разведки Корпангского месторождения водообильность кристаллических пород до 0,6 л/с – на северном перегибе (скв. 358), до 0,2 л/с – на Западной ветви (скв. 328, 599). При этом удельный дебит составляет, соответственно, 0,33 л/с, 0,02 л/с, и 0,01 л/с на метр. Дебит скважин (скв. 328, 367), опробованных до глубины 300-350 м на южных флангах Западной и Восточной ветвях изменяется в пределах 0,2-0,4 л/с, а удельный дебит от 0,003 до 0,08 л/с на 1 метр понижения. Скважина 672 (глуб.404,2 м) на Северном замыкании оказалась практически безводной – 0,003 л/с, а скважина №649 (глубиной 239,0 м Западная ветвь) обеспечила максимальный расход 0,96 л/с при понижении 21,9 м.

Удельное водопоглощение составляет 0,15-0,2 л/с – в северной части, 0,003 л/с – на востоке и на западе площади 0,02-0,0004 л/с на метр. По результатам откачек коэффициент фильтрации изменяется в пределах от 0,0001 до 0,3 м/сутки.

Зеркало подземных вод вскрывается скважинами в понижениях рельефа почти у дневной поверхности, в отдельных случаях совпадает с ней, в общих чертах повторяя рельеф местности (скв. №№4008, 926, 645г, 4003, 4171, 4231, 4291, 369 и др.). В ряде скважин отмечается локальный напор и излив (скв. №№ 388, 569, 562, 339, 364, 693, 939, 674, 350 и др.). Дебит при самоизливе от 0,01 до 0,1 л/с. Абсолютные отметки уровня снижаются с 227-224 м до 190-175 м, соответствуя общему снижению поверхности в стороны небольших бессточных озер и подчиняясь дренирующему влиянию ручьев, мелких ламбин и заболоченных пространств. Разгрузка происходит в оз. Тоухтуринъярви (абс. отметка уреза воды - 142.1 м, объем 150 тыс. м³), являющееся базисом эрозии района. Пополнение запасов подземных вод осуществляется исключительно за счет инфильтрации атмосферных осадков за период теплого сезона года.

На Восточной ветви основное направление потока северное. На Западной ветви преобладает юго-западное направление. Подземный водораздел соответствует поверхностному.

По химическому составу подземные воды месторождения гидрокарбонатные кальциево-магниевые, пресные, нейтральные, слабокислые мягкие (общая жесткость 0.6 – мг-

экв/л), содержание железа от 0,15 до 0,9 мг/л. По мере увеличения глубины идет постепенное увеличение минерализации от 0,48 до 0,624 г/л, также отмечается изменение состава вод в сторону хлоридно-натриевых. Воды обладают выщелачивающей агрессивностью по отношению к бетону, не коррозирующие по отношению к металлу.

Питание водоносного горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков. Основная доля водопритоков приходится на атмосферную составляющую, а притоки за счет подземных вод в основном зависят от поступления их из интервала 0-100 м, по мере углубления карьера ниже 100 м величина водопритоков за счет подземных вод будет увеличиваться незначительно. Исследованиями в скважине 9СП подтверждается, что ниже глубины 200 м находятся практически монолитные породы. Разгрузка подземных вод осуществляется в горные выработки.

3.2.2 Участок Северный-2

Гидрографическая сеть участка Северный-2 принадлежит бассейну Белого моря, основная часть водотоков представлена небольшими ручьями и речками, впадающими в оз. Корпанга и оз. Костомукшское. Водотоки, как правило, незначительной протяженности, со слабой выработкой русел и с малыми расходами. Гидрологическая сеть относится к системе преимущественно снегового питания и находится в тесной связи с геологическим строением района и его тектоникой.

По гидрогеологическому районированию РФ 2011 года рассматриваемая территория находится в восточной части Балтийского складчатого гидрогеологического массива. Многолетнемерзлые породы на месторождении не распространены.

Гидрогеологические условия на сопредельных участках месторождения характеризуются наличием двух гидравлически взаимосвязанных водоносных горизонтов:

1.водоносный горизонт в рыхлых четвертичных отложениях;

2.водоносный горизонт в трещиноватых кристаллических породах.

Водоупор в пределах глубины исследования на участке не встречен.

Воды четвертичных отложений приурочены ко всем генетическим разностям пород. Воды порово-пластовые безнапорные. Ввиду отсутствия выдержанных водоупоров и преобладания в составе песчаных и супесчаных образований со значительным содержанием гравия и гальки воды четвертичных отложений гидравлически связаны с водами верхней трещиноватой зоны архейских пород. Гидрогеологические условия участка работ на глубину бурения (до 10 м) характеризуются наличием одного водоносного горизонта.

Во время производства работ (октябрь-ноябрь 2021 г.) в процессе бурения на глубину изысканий подземные воды встречены в скважинах 8, 10, 11, 28-30, 39 на глубине 0,1-3,0 м. (абс. отм. 192,45-223,02 м). В период обильных дождей и интенсивного снеготаяния возможен

подъем уровня грунтовых вод на 0,5-1,5 м. В весенне-осенний период возможно кратковременное появление «верховодки» на кровле сезонно мерзлых пород.

Подземные воды безнапорные со свободной поверхностью. Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка происходит за счет испарения и сброса по рельефу в местную гидросеть.

На уровенный режим подземных вод района работ могут повлиять техногенные факторы (например, нарушение естественного стока поверхностных вод вследствие строительства сооружений, отсутствие водостоков вдоль дорог и проездов).

По условиям залегания грунтовые воды в четвертичных отложениях подразделяются на воды торфяно-болотных отложений и воды ледниковых отложений, приуроченные к песчаным и крупнообломочным литологическим разностям грунтов.

Отложения сильно влагоемкие. Обладают слабой водоотдачей. При опробовании на сопредельной территории дебит (по шурфу) 0,007 л/с и 0,09 л/с при понижениях 0,20 м и 0,40 м.

Ледниковые отложения представлены мореной супесчано-песчаного состава, сильно пылеватой, с неравномерным содержанием гравийно-галечникового материала и валунов. Развиты почти повсеместно, подстилают торфяно-болотные отложения и залегают непосредственно на породах кристаллического фундамента.

Мощность изменяется от 3-4 м до 20 м.

Горизонт безнапорный. Глубина залегания уровня обычно до 1 м, реже 4-5 м от поверхности земли, а в понижениях рельефа располагается вблизи нее. Водообильность и водопроницаемость в целом невысокая. Дебиты немногочисленных источников не превышали 0,1-0,3 л/с. Коэффициент фильтрации составил 0,08 м/сут.

Для определения химического состава подземных вод и степени их агрессивности были отобраны пробы воды, для дальнейшего химического анализа. Воды гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-натриевые пресные жесткие с минерализацией 0,7 мг/л.

Воды четвертичных отложений неагрессивны к бетону марок W6-W8, обладают средней агрессивностью к свинцовой и алюминиевой оболочкам кабелей.

В толще четвертичных отложений практически отсутствуют водоупорные слои, что обеспечивает гидравлическую связь пород четвертичных отложений с нижележащими водами трещиноватой зоны кристаллических пород и обусловливает их единую уровенную поверхность.

Воды водоносного комплекса пород верхнего архея связаны с распространением моноклинально залегающих слоев, представленных руднокристаллической толщей, и

отдельными пластами железистых кварцитов среди плагиопорфиров, кварц-амфибол-биотитовых и филлитовидных сланцев, безрудных кварцитов и других вмещающих пород.

Распространены они повсеместно. Водоносность их связана с трещиноватостью (главным образом выветривания и отдельности). В целом же она слабая и весьма слабая, причем большинство трещин являются закрытыми, выполненными мелкоземом, покрытыми гидроокислами, либо волосными.

Водоносный горизонт преимущественно безнапорный. Статический уровень устанавливается на глубине до 5 м и ниже поверхности земли, в отдельных случаях совпадает с ней.

В некоторых случаях там, где подземные воды залегают ниже местных эрозионных уровней, наблюдается местный напор; в ряде случаев отмечался самоизлив при положении уровня на 0,5-1,0 м выше поверхности земли.

Водообильность и водопроницаемость коренных кристаллических пород соответствует их слабой и весьма слабой трещиноватости.

Наибольшее значение дебита получены для интервала 0-100 м, где по данным доразведки 1980 года на сопредельном участке водообильность составляет от 0,05 до 0,2 л/с, а коэффициенты фильтрации изменяются от 0,08 м/сут до 0,7 м/сут, в среднем составляя 0,3 м/сут. Для интервала же 100-200 м характерные значения коэффициента фильтрации изменяются в пределах 0,002-0,1 м/сут при среднем значении 0,05 м/сут.

3.2.3 Участок Северный-3

Гидрографическая сеть участка Северный-3 принадлежит бассейну Белого моря, основная часть водотоков представлена небольшими ручьями и речками, впадающими в оз. Корпанга и оз. Костомукшское. Водотоки, как правило, незначительной протяженности, со слабой выработкой русел и с малыми расходами. Гидрологическая сеть относится к системе преимущественно снегового питания и находится в тесной связи с геологическим строением района и его тектоникой.

По гидрогеологическому районированию РФ 2011 года рассматриваемая территория находится в восточной части Балтийского складчатого гидрогеологического массива. Многолетнемерзлые породы на месторождении не распространены.

Гидрогеологические условия на сопредельных участках месторождения характеризуются наличием двух гидравлически взаимосвязанных водоносных горизонтов:

1. водоносный горизонт в рыхлых четвертичных отложениях;
2. водоносный горизонт в трещиноватых кристаллических породах.

Водоупор в пределах глубины исследования на участке не встречен.

Воды четвертичных отложений приурочены ко всем генетическим разностям пород. Воды порово-пластовые безнапорные. Ввиду отсутствия выдержанных водоупоров и преобладания в составе песчаных и супесчаных образований со значительным содержанием гравия и гальки воды четвертичных отложений гидравлически связаны с водами верхней трещиноватой зоны архейских пород. Гидрогеологические условия участка работ на глубину бурения (до 10 м) характеризуются наличием одного водоносного горизонта.

Во время производства работ (октябрь-ноябрь 2021 г/) в процессе бурения на глубину изысканий подземные воды встречены в скважинах 44-45, 47-52, 58-62, 70-72 на глубине 0,1-4,2 м. (абс. отм. 171,6-177 м). В период обильных дождей и интенсивного снеготаяния возможен подъем уровня грунтовых вод на 0,5-1,5 м. В весенне-осенний период возможно кратковременное появление «верховодки» на кровле сезонно мерзлых пород.

Подземные воды безнапорные со свободной поверхностью. Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка происходит за счет испарения и сброса по рельефу в местную гидросеть.

На уровенный режим подземных вод района работ могут повлиять техногенные факторы (например, нарушение естественного стока поверхностных вод вследствие строительства сооружений, отсутствие водостоков вдоль дорог и проездов).

По условиям залегания грунтовые воды в четвертичных отложениях подразделяются на воды торфяно-болотных отложений и воды ледниковых отложений, приуроченные к песчаным и крупнообломочным литологическим разностям грунтов.

Отложения сильно влагоемкие. Обладают слабой водоотдачей. При опробовании на сопредельной территории дебит (по шурфу) 0,007 л/с и 0,09 л/с при понижениях 0,20 м и 0,40 м.

Ледниковые отложения представлены мореной супесчано-песчаного состава, сильно пылеватой, с неравномерным содержанием гравийно-галечникового материала и валунов. Развиты почти повсеместно, подстилают торфяно-болотные отложения и залегают непосредственно на породах кристаллического фундамента.

Мощность изменяется от 3-4 м до 20 м.

Горизонт безнапорный. Глубина залегания уровня обычно до 1 м, реже 4-5 м от поверхности земли, а в понижениях рельефа располагается вблизи нее. Водообильность и водопроницаемость в целом невысокая. Дебиты немногочисленных источников не превышали 0,1-0,3 л/с. Коэффициент фильтрации составил 0,08 м/сут.

Для определения химического состава подземных вод и степени их агрессивности были отобраны пробы воды, для дальнейшего химического анализа. Воды гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-натриевые пресные жесткие с минерализацией 0,7 мг/л.

Воды четвертичных отложений неагрессивны к бетону марок W6-W8, обладают средней агрессивностью к свинцовой и алюминиевой оболочкам кабелей.

В толще четвертичных отложений практически отсутствуют водоупорные слои, что обеспечивает гидравлическую связь пород четвертичных отложений с нижележащими водами трещиноватой зоны кристаллических пород и обусловливает их единую уровенную поверхность.

Воды водоносного комплекса пород верхнего архея связаны с распространением моноклинально залегающих слоев, представленных руднокристаллической толщей, и отдельными пластами железистых кварцитов среди плагиопорфиров, кварц-амфибол-биотитовых и филлитовидных сланцев, безрудных кварцитов и других вмещающих пород.

Распространены они повсеместно. Водоносность их связана с трещиноватостью (главным образом выветривания и отдельности). В целом же она слабая и весьма слабая, причем большинство трещин являются закрытыми, выполненными мелкоземом, покрытыми гидроокислами, либо волосными.

Водоносный горизонт преимущественно безнапорный. Статический уровень устанавливается на глубине до 5 м и ниже поверхности земли, в отдельных случаях совпадает с ней.

В некоторых случаях там, где подземные воды залегают ниже местных эрозионных уровней, наблюдается местный напор; в ряде случаев отмечался самоизлив при положении уровня на 0,5-1,0 м выше поверхности земли.

Водообильность и водопроницаемость коренных кристаллических пород соответствует их слабой и весьма слабой трещиноватости.

Наибольшее значение дебита получены для интервала 0-100 м, где по данным дораведки 1980 года на сопредельном участке водообильность составляет от 0,05 до 0,2 л/с, а коэффициенты фильтрации изменяются от 0,08 м/сут до 0,7 м/сут, в среднем составляя 0,3 м/сут. Для интервала же 100-200 м характерные значения коэффициента фильтрации изменяются в пределах 0,002-0,1 м/сут при среднем значении 0,05 м/сут.

4 ОТВАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО

4.1 Общая характеристика проектируемых отвальных работ

На Северном-2 участке Костомукшского месторождения, Северном-3 Южно-Корпангского месторождения и Западном Корпангского месторождения предусматривается транспортная система разработки с погрузкой горной массы экскаваторами в автосамосвалы.

Вскрышные породы вывозятся автотранспортом:

– на отвалы Северный-2 № 1 и № 2 с участка Северный-2 Костомукшского месторождения. Для размещения отвалов частично необходимо оформить аренду земельных участков;

– на отвал Северный-3 с участка Северный-3 Южно-Корпангского месторождения;

– на отвал Западный с участка Корпанга Корпангского месторождения.

Размещение отвалов вскрышных пород проектируется в непосредственной близости от границ карьеров. Отвалы имеют достаточную емкость, располагаются на безрудных площадях, не препятствуют развитию горных работ в карьере и формируются с учетом требований безопасности.

При определении ёмкости отвалов величина коэффициента остаточного разрыхления принята равной 1,2 согласно п. 21.4 ВНТП 35-86.

Развитие отвалов происходит посредством равномерного наращивания его площади до проектных значений.

По мере достижения фронта отвальных работ водных объектов, которые подлежат изъятию (оз. б/н №4, оз. б/н №5, оз б/н №6, р. Леппяоя, руч. б/н №4 и руч. б/н №5, оз. Кургелампи, оз. б/н №2), осуществляется их засыпка скальными породами. Таким образом происходит полное изъятие ряда водных объектов до момента размещения на них пород вскрыши.

На юго-востоке от Корпангского месторождения располагается наиболее крупное озеро Корпанга. Вскрышные породы отвалов размещаются за пределами 200 метровой водоохранной зоны рек и озер.

4.2 Технология формирования внешних отвалов вскрышных пород

Для транспортировки вскрышных пород из карьера на отвалы применяется автомобильный транспорт, на формировании отвала принят бульдозерный способ отвалообразования.

4.2.1 <u>Бульдозерное отвалообразование</u>

Бульдозерные отвалы отсыпаются последовательно ярусами.

Высота первого яруса обусловлена фактически имеющимися отметками и перепадами рельефа. Заезд на отвал формируется по нормам автомобильных дорог I категории в соответствии с требованиями СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт». Ширина заезда на ярусы отвалов – 36,5 м, уклон 80 ‰. Угол откоса яруса скальной вскрыши составляет 34-38°.

Положения отвалов на 01.01.2022 и на конец формирования отвалов приведены на **черт. П12115-09.02-ТР, л. 1-2**.

4.2.2 Способ отвалообразования

Способ формирования бульдозерного отвала – периферийный. Вскрышные породы на отвал доставляются автосамосвалами и разгружаются на рабочей площадке, за пределами зоны возможного обрушения, в 5 м от бровки отвала. Далее, породы перемещаются бульдозером под откос, с оставлением предохранительного вала высотой не менее метра и планировкой отвальной площадки с уклоном 3° в противоположную от бровки отвала сторону.

Формирование отвала начинается с создания пионерной насыпи для разворота автосамосвалов. При создании пионерной насыпи длина фронта отвальных работ составляет 50 м и в дальнейшем увеличивается до 100 м. Угол откоса яруса скальной вскрыши составляет 34-38°.

Отвальные работы должны производиться на основе паспорта бульдозерного отвала, составленного в соответствии с ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» от 08.12.2020 года № 505. Технологическая схема отвалообразования приведена на **рис. 4.1, 4.2**. Рабочий фронт на отвалообразовании предусматривается из 2-х участков по 50 м каждый:

– на первом участке производится разгрузка автотранспорта;

– на втором участке – перемещение вскрышных пород бульдозером (собственно отвалообразование), планировочные работы и устройство ограждающего валика.

Зона разгрузки на бульдозерных отвалах должна быть обозначена с обеих сторон знаками. Подача автосамосвала на разгрузку должна осуществляться задним ходом, а работа бульдозера производиться перпендикулярно верхней бровке откоса площадки.

Автомобили и другие транспортные средства должны разгружаться на отвале в местах, предусмотренных паспортом. При этом ближняя к откосу точка опоры транспортного средства должна находиться вне призмы обрушения (сползания) породы. Размеры призмы обрушения должны устанавливаться работниками маркшейдерской службы и регулярно доводиться до сведения персонала. Все работающие на отвале должны быть ознакомлены с паспортом под роспись.

Запрещается разгрузка самосвалов и работа бульдозера в пределах призмы обрушения.

На отвале должны устанавливаться схемы движения автомобилей. Зона разгрузки должна быть ограничена с обеих сторон знаками в виде изображения самосвала с поднятым кузовом с указателями направления разгрузки. По всему фронту в зоне разгрузки должен быть сформирован предохранительный вал, высотой не менее 0,5 диаметра колеса автомобиля максимальной грузоподъёмности, применяемого в данных условиях. Предохранительный вал служит ориентиром для водителя.

Запрещается наезжать на предохранительный вал при разгрузке. При отсутствии такого вала и его высоте, менее требуемой, запрещается подъезжать к бровке отвала ближе чем на 5 м или ближе расстояния, указанного в паспорте.

Подача самосвала на разгрузку должна осуществляться задним ходом, а работа бульдозера производиться перпендикулярно верхней бровке откоса площадки. При этом движение бульдозера производится только ножом вперёд с одновременным формированием перед отвалом бульдозера предохранительного вала в соответствии с паспортом.

Расстояние между стоящими на разгрузке и проезжающими транспортными средствами должно быть не менее 5 м.

Разгрузка автосамосвала производится перед предохранительным валом. После этого вал смещается бульдозером на бровку отвала, с формированием нового предохранительного вала.

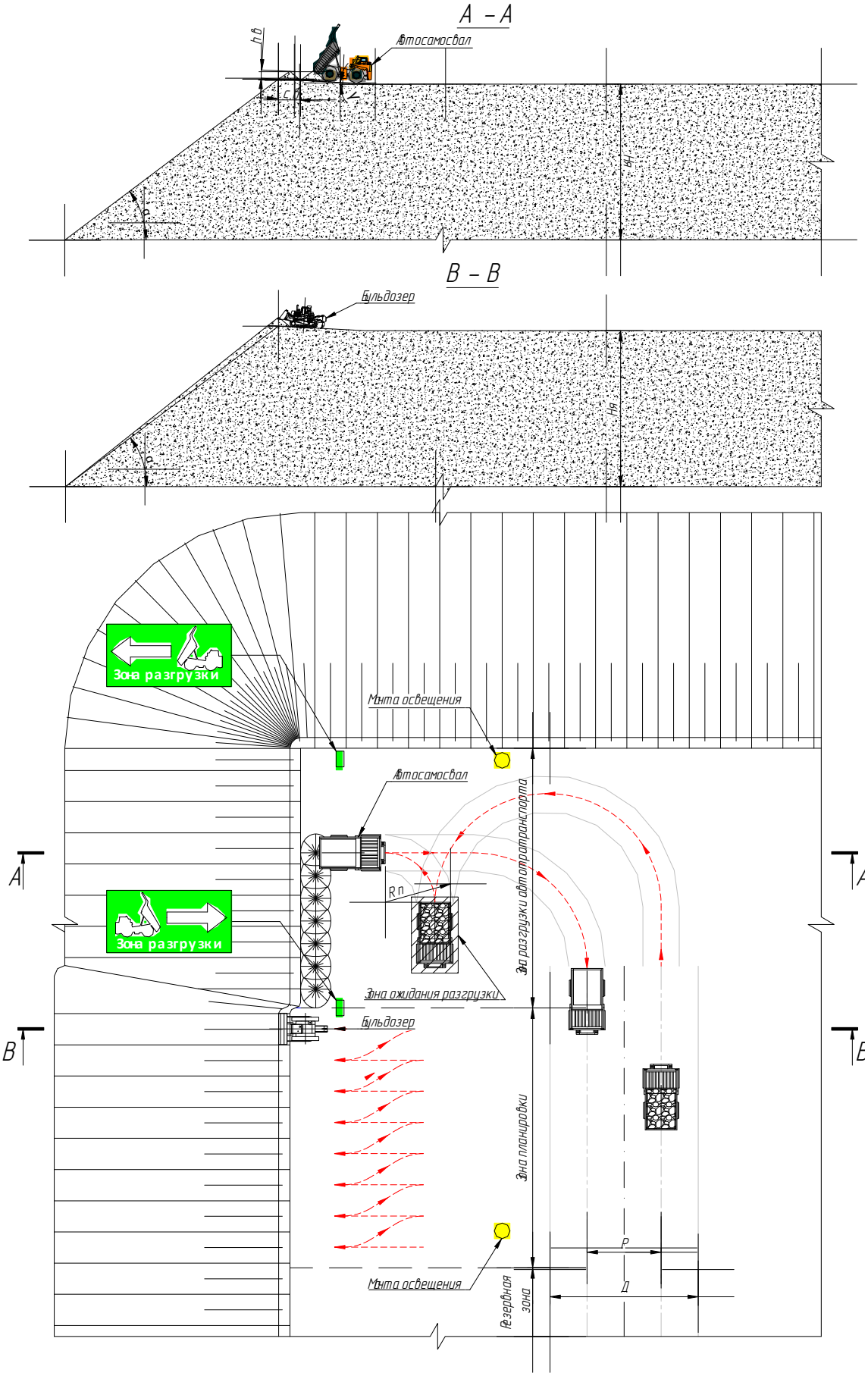

Рисунок 4.1 – Схема бульдозерного отвалообразования

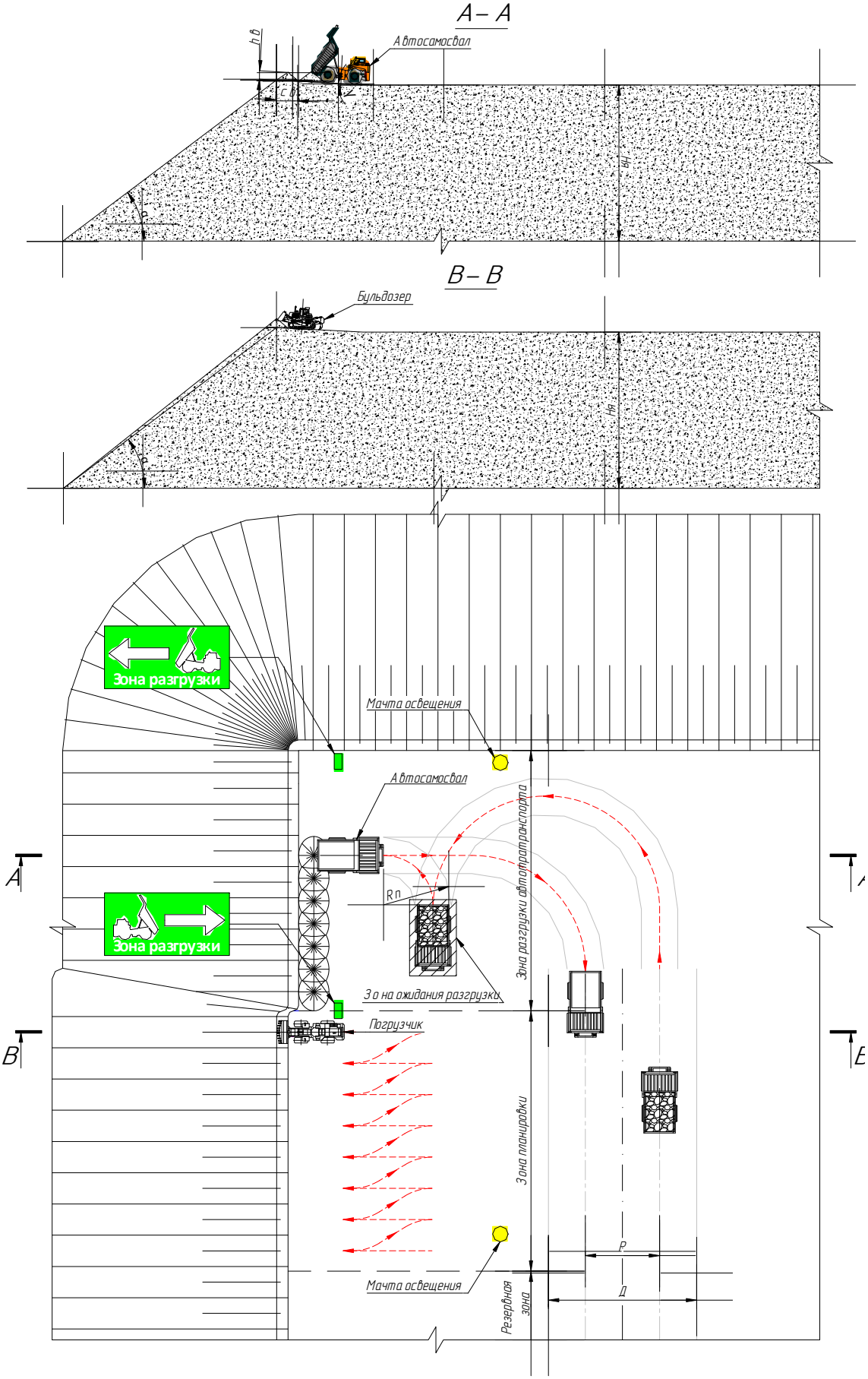

Рисунок 4.2 – Схема применения погрузчика на бульдозерном отвале

4.3 Параметры и вместимость отвалов

Параметры отвалов на конец формирования приведены в **табл. 4.1**.

Таблица 4.1 - Параметры проектируемых отвалов на конец формирования

Наименование показателей	Ед. изм.	Отвал Западный	Отвалы Северный-2 и Северный-3
Объемный вес	т/м^3	3,01	3,01
Объем вскрышных пород (в целике), размещаемый в отвалах	тыс. м^3	**194 580**	**102 314**
Коэффициент остаточного разрыхления		1,2	1,2
Объем вскрышных пород с учетом коэффициента разрыхления (ёмкость отвала)	тыс. м^3	233 496	122 777
Угол откоса яруса отвала	град.	34-38	34-38
Угол откоса отвала	град.	22	18
Высота первого яруса, не более	м	80	80
Высота второго и последующих ярусов	м	30	30
Количество ярусов	ед.	5	3
Максимальная высота отвала	м	200	140
Отметка последнего яруса отвала	м	350	300
Площадь основания проектных отвалов с учетом фактических отвалов	га	560	370

4.4 Календарный план отсыпки отвалов

Общий объем вскрышных пород в целике по участкам, размещаемых во внешних отвалах Западный и Северный-2 – Северный-3, указан в табл. 5.1. Отвалы Северный-2 и Северный-3 являются смежными и имеют общую границу, поэтому при необходимости допускается размещение на отвалах участка Северный-2 вскрышных пород с участка Северный-3.

Календарный план отсыпки отвалов приведен в **табл. 4.2**.

4.5 Отвальное оборудование

В качестве основного выемочного оборудования по скальной вскрыше предусматривается применение имеющихся в настоящее время на карьере экскаваторов – ЭКГ-15, ЭКГ-20КМ с дальнейшей погрузкой в автосамосвалы CAT 793D. На формирование отвалов вскрышных пород предусматривается использование бульдозеров PR 776 Litronic, имеющиеся в настоящее время на предприятии. Возможна замена оборудования аналогами одного типоразмерного ряда, схожим по параметрам и разрешенным Ростехнадзором к применению на территории Российский Федерации.

Орошение дорог с целью пылеподавления осуществляется в теплый период года на всех карьерных дорогах с использованием воды карьерного водоотлива поливооросительными машинами на базе автосамосвалов CAT 785C.

Расчет производительности автосамосвала CAT 793D для примера представлен по отвалу Западный месторождения Корпанга в **табл. 4.3**. и **4.4.**, расчет по остальным отвалам произведен аналогично в зависимости от расстояния транспортирования.

Таблица 4.2 – Календарный план отсыпки отвалов

Наименование отвала		Ед. изм.	Годы формирования отвала																	Всего
			2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	
Западный	в целике	тыс.м^3	16 480	17 500	17 500	17 500	15 700	15 700	15 700	15 700	15 700	15 700	15 700	15 700	-	-	-	-	-	**194 580**
	в отвале	тыс.м^3	19 776	21 000	21 000	21 000	18 840	18 840	18 840	18 840	18 840	18 840	18 840	18 840	-	-	-	-	-	233 496
Северный-2 и Северный-3	в целике	тыс.м^3	3 226	4 164	6 518	6 137	5 897	6 704	8 012	8 113	8 126	8 000	7 590	7 590	6 590	5 840	5 491	3 891	425	**102 314**
	в отвале	тыс.м^3	3871	4997	7822	7364	7076	8045	9615	9736	9752	9600	9108	9108	7908	7008	6589	4669	510	122 777

Таблица 4.3 – Расчет производительности автосамосвала CAT 793D

Наименование отвала	Ед. изм.	Годы формирования отвала					
		2022	2023	2024	2025	2026	2027
Годовой объем перевозок	тыс.м^3	16 480	17 500	17 500	17 500	15 700	15 700
	тыс.т.	49 605	52 675	52 675	52 675	47 257	47 257
Плотность породы	т/м^3	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01
Коэффициент неравномерности работы		1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Количество дней работы автосамосвала в период	дней	365	365	365	365	365	365
Количество смен	см.	2	2	2	2	2	2
Расчетный сменный объем	тонн	71 349	75 765	75 765	75 765	67 972	67 972
Тип самосвала на транспортировании		**CAT 793D**					
Техническая грузоподъемность автосамосвала	тонн	236	236	236	236	236	236
Геометрическая емкость кузова (с "шапкой")	м^3	129	129	129	129	129	129
Объемный вес горной массы	т/м^3	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01
Коэффициент разрыхления породы		1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Емкость кузова а/с в целике	тонн	236	236	236	236	236	236
Тип экскаватора при погрузке		**ЭКГ-20КМ**					
Средневзвешенное расстояние транспортирования	км	1,7	1,8	2,0	2,1	2,1	2,6
Коэффициент приведения		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Приведенное расстояние транспортирования	км	1,7	1,8	2,0	2,1	2,1	2,6
Среднерейсовая скорость движения автосамосвала	км/ч	23	23	23	23	23	23
Использование календарного времени:		720	720	720	720	720	720
Время на:							
подготовительно-заключительную работу	мин	50	50	50	50	50	50
обед+личные надобности	мин	55	55	55	55	55	55
ожидание подчистки подъездов бульдозером	мин	10	10	10	10	10	10
Чистое время работы в смену	мин	605	605	605	605	605	605
Вспомогательное время :							
установка под погрузку	мин	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
установка под разгрузку	мин	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
время погрузки	мин	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1

Наименование отвала	Ед. изм.	Годы формирования отвала					
		2022	2023	2024	2025	2026	2027
время разгрузки	мин	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
регламентированные перерывы	мин	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Время движения в двух направлениях	мин	8,9	9,5	10,2	10,9	11,0	13,6
Продолжительность рейса	мин	17,4	18,1	18,7	19,4	19,5	22,1
Количество рейсов в смену		34	33	32	31	31	27
Сменная производительность автосамосвала	т/см	8 024	7 788	7 552	7 316	7 316	6 372
Коэффициенты учитывающие :							
климатические (местные) условия		0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
ведение взрывных работ в течение смены		0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
орошение забоя в течение смены		0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
транспортирование на расстояние от гаража		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
селективная выемка		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
налипание (смерзание) пород		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
изношенность (надежность) оборудования		0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
при транспортировании горной массы из тупикового забоя		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Сменная производительность с учетом к-ов	т/см	6 885	6 682	6 480	6 277	6 277	5 467
Годовая производительность с учетом к-ов	**тыс.т/год**	**3 924**	**3 809**	**3 694**	**3 578**	**3 578**	**3 116**
Количество автосамосвалов:							
рабочее	шт	10,4	11,3	11,7	12,1	10,8	12,4
списочное	шт	13,3	14,5	15,0	15,5	13,9	15,9
Количествово дней ремонта в год		80	80	80	80	80	80
Коэффициент списочности		1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
инвентарное	шт	14	15	15	16	14	16
Годовой пробег автопарка	тыс.км	715	816	874	931	841	1 041
Машинное время автопарка	маш.час	59 561	65 169	67 201	69 374	62 239	71 460
Мощность самосвала	кВт	1 801	1 801	1 801	1 801	1 801	1 801
Удельный расход дизтоплива	л/ час	182	182	182	182	182	182
Расход топлива	кг/маш.час	150,7	150,7	150,7	150,7	150,7	150,7
Расход дизтоплива годовой	т/год	8 978	9 823	10 129	10 457	9 381	10 771

Таблица 4.4 – Расчет производительности автосамосвала CAT 793D для Западного отвала месторождения Корпанга (продолжение)

Наименование показателей	Ед. изм.	Годы формирования отвала					
		2028	2029	2030	2031	2032	2033
Годовой объем перевозок	тыс.м^3	15 700	15 700	15 700	15 700	15 700	15 700
	тыс.т.	47 257	47 257	47 257	47 257	47 257	47 257
Плотность породы	т/м^3	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01
Коэффициент неравномерности работы		1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
Количество дней работы автосамосвала в период	дней	365	365	365	365	365	365
Количество смен	см.	2	2	2	2	2	2
Расчетный сменный объем	тонн	67 972	67 972	67 972	67 972	67 972	67 972
Тип самосвала на транспортировании		**CAT 793D**					
Техническая грузоподъемность автосамосвала	тонн	236	236	236	236	236	236
Геометрическая емкость кузова (с "шапкой")	м^3	129	129	129	129	129	129
Объемный вес горной массы	т/м^3	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01	3,01
Коэффициент разрыхления породы		1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Емкость кузова а/с в целике	тонн	236	236	236	236	236	236
Тип экскаватора при погрузке		**ЭКГ-20КМ**					
Средневзвешенное расстояние транспортирования	км	2,6	2,6	2,7	2,9	3,0	3,0
Коэффициент приведения		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Приведенное расстояние транспортирования	км	2,6	2,6	2,7	2,9	3,0	3,0
Среднерейсовая скорость движения автосамосвала	км/ч	23	23	23	23	23	23
Использование календарного времени:		720	720	720	720	720	720
Время на:							
подготовительно-заключительную работу	мин	50	50	50	50	50	50
обед+личные надобности	мин	55	55	55	55	55	55
ожидание подчистки подъездов бульдозером	мин	10	10	10	10	10	10
Чистое время работы в смену	мин	605	605	605	605	605	605
Вспомогательное время :							
установка под погрузку	мин	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
установка под разгрузку	мин	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
время погрузки	мин	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1

Наименование показателей	Ед. изм.	Годы формирования отвала					
		2028	2029	2030	2031	2032	2033
время разгрузки	мин	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
регламентированные перерывы	мин	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Время движения в двух направлениях	мин	13,6	13,6	14,2	14,9	15,6	15,7
Продолжительность рейса	мин	22,1	22,1	22,8	23,4	24,1	24,2
Количество рейсов в смену	ед.	27	27	26	25	25	25
Сменная производительность автосамосвала	т/см	6 372	6 372	6 136	5 900	5 900	5 900
Коэффициенты учитывающие :							
климатические (местные) условия		0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
ведение взрывных работ в течение смены		0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
орошение забоя в течение смены		0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
транспортирование на расстояние от гаража		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
селективная выемка		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
налипание (смерзание) пород		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
изношенность (надежность) оборудования		0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
при транспортировании горной массы из тупикового забоя		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Сменная производительность с учетом к-ов	т/см	5 467	5 467	5 265	5 062	5 062	5 062
Годовая производительность с учетом к-ов	**тыс.т/год**	**3 116**	**3 116**	**3 001**	**2 885**	**2 885**	**2 885**
Количество автосамосвалов:							
рабочее	шт	12,4	12,4	12,9	13,4	13,4	13,4
списочное	шт	15,9	15,9	16,5	17,2	17,2	17,2
Количествово дней ремонта в год		80	80	80	80	80	80
Коэффициент списочности		1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
инвентарное	шт	16	16	17	18	18	18
Годовой пробег автопарка	тыс.км	1 041	1 041	1 093	1 144	1 196	1 201
Машинное время автопарка	маш.час	71 460	71 460	74 202	77 177	77 177	77 177
Мощность самосвала	кВт	1 801	1 801	1 801	1 801	1 801	1 801
Удельный расход дизтоплива	л/ час	182	182	182	182	182	182
Расход топлива	кг/маш.час	150,7	150,7	150,7	150,7	150,7	150,7
Расход дизтоплива годовой	т/год	10 771	10 771	11 184	11 633	11 633	11 633

Расчет производительности бульдозеров на отвалообразовании приведен в **табл. 4.4**.

Таблица 4.5 - Расчёт производительности бульдозеров на отвалообразовании

Наименование показателей	Ед. изм.	PR 776 Litronic
Ёмкость отвала бульдозера	$м^3$	22
Коэффициент разрыхления		1,5
Дальность перемещения породы	м	10
Скорость передвижения:		
передним ходом	м/с	2,00
задним ходом	м/с	2,25
Время на переключение передач		6
Продолжительность рабочего цикла	с	15,4
Коэффициенты:		
потерь		0,94
уклона		0,92
продуктивности		0,60
Часовая производительность при работе	$м^3$/ч	1773,9
Продолжительность смены	мин	720
Количество смен в сутки	смен	2
Время на:		
подготовительно-заключительные операции	мин	50
личные надобности	мин	65
отдых	мин	0
Коэффициенты:		
климатические (местные) условия		0,96
изношенность (надежность) оборудования		0,90
Количество дней:		
работы карьера в год	дней	365
простоев бульдозера в ремонтах	дней	50
технологические простои	дней	0
холостые переходы	дней	5
работы бульдозера	дней	310
Количество машино-часов работы бульдозера в год	ч	5 464
Производительность:		
сменная	$м^3$	15 199
суточная	$м^3$	30 398
годовая	тыс. $м^3$	**9 582**

Списочный парк оборудования по отвалу Западный месторождения Корпанга представлен в **табл. 4.6-4.8**.

Списочный парк оборудования по отвалам Северный-2 Костомукшского месторождения и Северный-3 Южно-Корпангского месторождения представлен в **табл. 4.6-4.8**.

Таблица 4.6 – Списочный парк оборудования по отвалам

Наименование отвала	Наименование оборудования	Ед. изм.	Годы формирования отвала					
			2022	2023	2024	2025	2026	2027
Западный месторождения Корпанга	Автосамосвал CAT 793D	ед.	14	15	15	16	14	16
	Бульдозер PR 779 Litronic	ед.	2	2	2	2	2	2
Северный-2 Костомукшского месторождения и Северный-3 Южно-Корпангского месторождения	Автосамосвал CAT 793D	ед.	4	5	7	8	7	8
	Бульдозер PR 779 Litronic	ед.	1	1	1	1	1	1

Таблица 4.7 – Списочный парк оборудования по отвалам (продолжение)

Наименование отвала	Наименование оборудования	Ед. изм.	Годы формирования отвала					
			2028	2029	2030	2031	2032	2033
Западный месторождения Корпанга	Автосамосвал CAT 793D	ед.	16	16	17	18	18	18
	Бульдозер PR 779 Litronic	ед.	2	2	2	2	2	2
Северный-2 Костомукшского месторождения и Северный-3 Южно-Корпангского месторождения	Автосамосвал CAT 793D	ед.	10	10	10	11	11	11
	Бульдозер PR 779 Litronic	ед.	1	1	1	1	1	1

Таблица 4.8 – Списочный парк оборудования по отвалам (продолжение)

Наименование отвала	Наименование оборудования	Ед. изм.	Годы формирования отвала				
			2034	2035	2036	2037	2038
Северный-2 Костомукшского месторождения и Северный-3 Южно-Корпангского месторождения	Автосамосвал CAT 793D	ед.	10	8	7	4	1
	Бульдозер PR 779 Litronic	ед.	1	1	1	1	1

4.6 Параметры проектируемых дорог

Технические параметры проектируемых автодорог принимаются в соответствии с СП 37.13330.2012. «Промышленный транспорт».

Согласно п. 7.2.2 СП 37.13330.2012. «Промышленный транспорт» автомобильные дороги в карьере классифицируются по срокам использования на:

– постоянные;

– временные. К временным относятся дороги со сроком службы до трех лет, а также дороги сезонного действия.

В соответствии с требованиями СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт» п.7.2.2, главы 7 «Автомобильный транспорт», исходя из проектного объема перевозок в год, автомобильные дороги делятся на категории.

Постоянные технологические дороги, располагаемые на отвалах, запроектированы по нормам дорог I-к категории. Категория дороги определена в соответствии с требованиями СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт», главы 7 «Автомобильный транспорт», исходя из проектного объема перевозок в год.

Временные автодороги на отвалах запроектированы по нормам III-к категории.

Руководящий уклон автодорог принят 80 ‰.

Минимальные радиусы кривых в плане принимаются для постоянных технологических дорог на отвалах – 30,0 м; для временных дорог – 20,0 м в соответствии с требованиями СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт».

Автодороги предусматриваются с выравнивающим слоем щебня толщиной 0,40 м – щебнем фракции 40-80 мм М800 ГОСТ 8267-93; формирование дорожной одежды фракционным щебнем 20-40 мм М800 ГОСТ 8267-93 с расклинцовкой – высотой 0,2 м в соответствии с требованиями п. 7.8 СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт». Временные дороги предусматриваются с выравнивающим слоем щебня толщиной 0,15 м. Материалы, применяемые для устройства покрытий автомобильных дорог, изготавливаются из местных вскрышных горных пород – отсева СМС (отсев магнитной сепарации) и соответствуют ГОСТ 25607-2009, ГОСТ 8267-93, ГОСТ 3344-83 в соответствии с п. 7.8.1 СП 37.13300.2012, п. 8.44 СП 34.13330.2012.

Проезжая часть принята с односкатным уклоном 20 ‰, а обочины – 40 ‰ согласно СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт» п. 7.5.9 и 7.5.11.

Фактический парк автосамосвалов АО «Карельский окатыш» представлен:

– CAT 793D грузоподъемностью 236 т,

– CAT 789 грузоподъемностью 201 т,

- БелАЗ 75307 грузоподъемностью 205 т,
- БелАЗ 75313 грузоподъемностью 240 т,
- Komatsu 830E грузоподъемностью 225 т,
- Komatsu 785 грузоподъемностью 90 т,
- CAT 777 грузоподъемностью 90 т.

Предусматривается использование фактического парка большегрузных автосамосвалов с реновацией его по мере износа на аналогичные типы автосамосвалов.

Основным параметром, влияющим на ширину проезжей части дороги, является габаритный размер расчетного автосамосвала. Учитывая взаимозаменяемость автосамосвалов на предприятии, за расчетный автомобиль в данном проекте принимается автосамосвал БелАЗ 75313 (240 т), имеющий наибольшие габариты (**рис. 4.3**).

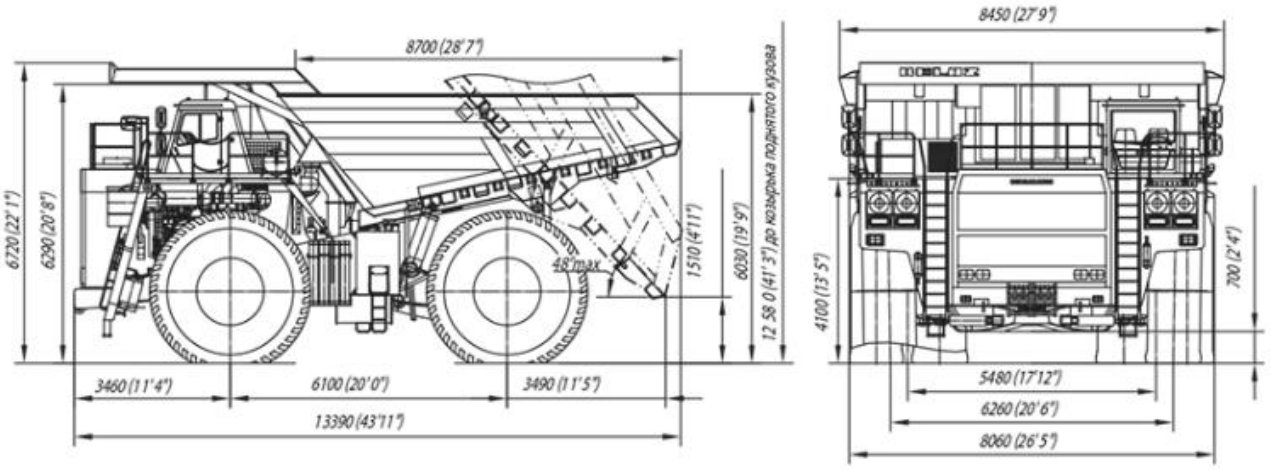

Рисунок 4.3 - Габаритные размеры автосамосвала БелАЗ 75313

4.6.1 <u>Расчет ширины транспортных берм для условий Костомукшского месторождения</u>

В 2020 году ООО Группа компаний «Комплексное Сопровождение Бизнеса» (ООО ГК «КСБ») разработала «Специальные технические условия на проектирование и строительство внутриплощадочных автомобильных дорог и проездов для гусеничной техники Объектов «Карьер Костомукшский АО «Карельский окатыш» и «Карьер Корпанга АО «Карельский окатыш» (**приложение 2**), определяющие отступление от требований СП 37.13330.2012. «Промышленный транспорт» в части ширины проезжей части. Поскольку условия работы на указанных месторождениях аналогичны с Южно-Корпангским месторождением, а также отвалы Северный-2 и Северный-3 являются смежными и имеют общую границу, данные допущения применены в настоящем проекте и для отвала Северный-3.

Для условий разрабатываемых месторождений в качестве расчетного автомобиля принимается карьерный автосамосвал БелАЗ-75313 грузоподъемностью 240 тонн, имеющий наибольший габарит по ширине. Согласно данным размещенным на официальном сайте производителя ОАО «БЕЛАЗ» (http://belaz.by/products/products-belaz/dumpers) расчетный автомобиль имеет следующие показатели габарита по ширине:

– полная эксплуатационная ширина с учетом всех жестко закрепленных деталей и дополнительного оборудования (**рис. 4.3**) – 8,45 м;

Значения скорости движения автомобиля в соответствии с п. 7.3.1 (таблица 7.2) СП 37.13330.2012 составляют:

– для автомобильных дорог категории I-к – 30 км/ч;

– для автомобильных дорог категории III-к – 20 км/ч.

Расчетные значения ширины проезжей части, определенные по формулам 5.2 и 5.3 и округленные согласно требованиям СП 37.13330.2012 в большую сторону с точностью до 0,5 м, составляют:

– для двухполосных автодорог категории I-к

$$B = 2 \times 8{,}45 + \frac{30 + 30}{4\pi} + \sqrt{0{,}1 + 0{,}0075 \times 30} + \sqrt{0{,}1 + 0{,}0075 \times 30} = 23 \text{ м} \qquad (4.1)$$

– для двухполосных автодорог категории III-к

$$B = 2 \times 8{,}45 + \frac{20 + 20}{4\pi} + 2 \times \sqrt{0{,}1 + 0{,}0075 \times 20} = 21{,}5 \text{ м} \qquad (4.2)$$

Остальные элементы поперечного профиля транспортной бермы (закюветная полка для сбора осыпей с вышележащего откоса, водоотводное сооружение, обочины, ограждающий вал и полоса безопасности, отделяющая бровку земляного полотна от ограждения) определены в соответствии с нормативными требованиями СП 37.13330.2012:

– ширина закюветной полки принята в соответствии с требованиями п. 7.5.2 и составляет 1,0 м;

– ширина водоотводного сооружения по верху при глубине кювета 0,5 м, ширине по дну 0,5 м и заложением откосов 1:1 составляет 1,5 м;

– ширина обочины со стороны кювета определена для габарита расчетного автомобиля по данным табл. 7.9 и составляет для двухполосных автодорог категории I-к – 3,0 м; для двухполосных автодорог категории III-к – 2,5 м; для однополосных автодорог – 2,5 м;

– ширина обочины со стороны ограждающего вала принята в соответствии с требованиями п. 7.5.1 СП 37.13330.2012 и п. 1168 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» не менее 0,5 диаметра колеса расчетного автомобиля и составляет 2,0 м;

– ширина ограждающего грунтового вала по дну при высоте ограждающего вала, равной 0,5 диаметра колеса расчетного автомобиля, и углах откосов 37° составляет 5,0 м;

– ширина полосы безопасности принята в соответствии с требованиями п. 7.5.2 и составляет 1,0 м.

В сводном виде результаты расчетов ширины элементов транспортных берм представлены в **табл. 4.9.**

Таблица 4.9 - Расчетная ширина транспортных берм в условиях проектируемых объектов при соблюдении требований СТУ

Наименование	Обозн.	Ед. изм.	СП 37.13330.2012	СТУ
Ширина закюветной полки	*Шзак. пол*	м	1,0	
Ширина кювета по верху	*Шкюв*	м	1,5	
Ширина обочины со стороны кювета:	*Шоб*			
для двухполосных автодорог категории I-к		м	3,0	
для двухполосных автодорог категории III-к		м	2,5	
Ширина проезжей части:	*Шпч*			
для двухполосных автодорог категории I-к		м		23,0
для двухполосных автодорог категории III-к		м		21,5
Ширина обочины со стороны ограждающего вала	*Шоб*	м	2,0	
Ширина ограждающего вала по низу	*Шпр. вала*	м	5,0	
Ширина полосы безопасности	*с*	м	1,0	
Общая ширина транспортной бермы:	*Шдороги*			
для двухполосных автодорог категории I-к		м	**36,5**	
для двухполосных автодорог категории III-к		м	**34,5**	

Типовой поперечный профиль постоянных и временных технологических автодорог на транспортной берме в карьере приведён на **рис. 4.4.**

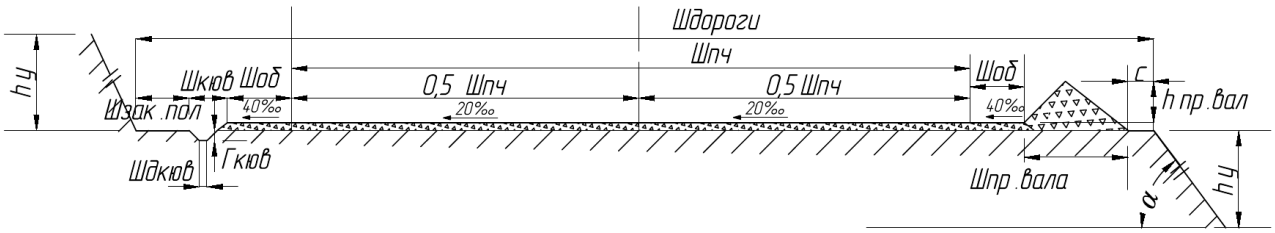

Рисунок 4.4 - Поперечный профиль технологических автодорог категории I-к, III-к

4.6.2 <u>Текущий ремонт и содержание автодорог</u>

Текущий ремонт и содержание автодорог выполняется Дорожным участком цеха ГТ и ДМ Рудоуправления.

Основные работы текущего ремонта включают восстановление поперечного профиля проезжей части, устранение ям, выбоин, заделку колеи, ремонт оградительных валиков. К содержанию дорог относятся работы по очистке дорог от грязи, поливка водой, посыпка песком, а также планировка временных проездов. С целью ослабления воздействия ливневых и талых вод на земляное полотно проводят систематическую очистку водоотводных

сооружений. Для предотвращения накопления влаги в земляном полотне особенно важно производить очистку дороги от снега в начале весны. Снег убирается со всей ширины земляного полотна, а с потеплением – с обочин и из кюветов, чтобы ускорить просыхание боковых частей. Очистка траншей и съездов от снега будет осуществляться снегоуборочными машинами.

Для ремонта и содержания дорог используются грейдеры CAT 24M и CAT 16M.

Орошение дорог с целью пылеподавления осуществляется в теплый период года на всех карьерных дорогах с использованием воды карьерного водоотлива поливооросительными машинами на базе автосамосвалов CAT 785C. Пылеподавление осуществляется на всех технологических автодорогах, по которым ведется транспортирование рудных полезных ископаемых из забоев на экскаваторные перегрузочные пункты.

4.7 Расчёт притоков поверхностных вод с площади отвалов

4.8 Отвод поверхностных вод

В соответствии с принятыми проектными решениями, сбор и отвод поверхностных стоков с водосборной площади породных отвалов предусматривается с помощью водоотводных канав (каналов).

Расчет среднегодового объема поверхностных сточных вод, образующихся на площади отвалов и прилегающей к ним территории в период выпадения дождей, таяния снега и орошения дорожных покрытий, выполнен в соответствии с «Рекомендациями по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты» (ОАО «НИИ ВОДГЕО», Москва, 2015 г.).

Среднегодовой объем поверхностных сточных вод, определяется по формуле:

$$W_г = W_д + W_т + W_м \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.3)$$

где $W_д$, $W_т$ и $W_м$ – среднегодовой объем дождевых, талых и поливомоечных вод, м^3.

Среднегодовой объем дождевых ($W_д$) и талых ($W_т$) вод, стекающих с селитебных территорий и промышленных площадок, определяется по формулам:

$$W_д = 10 \times h_д \times \psi_д \times F \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.4)$$

$$W_т = 10 \times h_т \times \psi_т \times F \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.5)$$

где F – общая площадь стока, га;

$h_д$ – слой осадков, мм, за теплый период года;

$h_т$ – слой осадков, мм, за холодный период года;

$\Psi_д$ и $\Psi_т$ – общий коэффициент стока дождевых и талых соответственно.

Слой осадков за теплый и холодный период года определен по нормативным данным и составляет $h_д$ – 334 мм, $h_т$ – 125 мм.

Общий коэффициент стока дождевых вод $Ψ_д$ для общей площади стока F рассчитывается как средневзвешенная величина из частных значений для площадей стока самого отвала и прилегающей территории.

При определении среднегодового объема талых вод общий коэффициент стока $Ψ_т$ с учетом уборки снега и потерь воды за счет частичного впитывания водопроницаемыми поверхностями в период оттепелей принят равным 0,7.

Общий годовой объем поливомоечных вод ($W_м$), м^3, стекающих с площади стока, определяется по формуле:

$$W_м = 10 \times k \times m \times \psi_v \times F_м \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.6)$$

где m − удельный расход воды на орошение дорожных покрытий (принимается 1,5 л/м$^{2)}$;

k − среднее количество дней на орошение в году (принимается равным 150);

$F_м$ − площадь твердых покрытий, подвергающихся орошению, га;

$Ψ_м$ − коэффициент стока для поливомоечных вод (принимается равным 0,5).

Объем дождевого стока от расчетного дождя селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты» (ОАО «НИИ ВОДГЕО», Москва, 2015 г.) (далее «Рекомендации»).

Объем дождевого стока от расчетного дождя, определяется по формуле:

$$W_{оч} = 10 \times h_a \times \psi_{mid} \times F \text{ м}^3/\text{сут} \quad (4.7)$$

где ha − максимальный слой осадков за дождь, мм, (48,9 мм);

Ψmid − средний коэффициент стока для расчетного дождя (определяется как средневзвешенная величина в зависимости от постоянных значений коэффициента стока Ψi для разного вида поверхностей);

F − общая площадь стока, га.

Максимальный слой осадков за дождь, мм, рассчитывается по формуле:

$$h_a = H_{ср} \times (1 + c_v \times Ф), \text{мм} \quad (4.8)$$

где Hр – значение среднего максимума суточного слоя осадков, мм

Ф – нормированные отклонения от среднего значения при разных значениях обеспеченности роб и коэффициента асимметрии cs;

cv – коэффициент вариации суточных осадков.

$$\boldsymbol{W_Т^{сут} = 10 \cdot h_c \cdot F \cdot \alpha \cdot \Psi_т \cdot K_y} \text{м}^3/\text{сут} \quad (4.9)$$

где Ψт − общий коэффициент стока талых вод (принимается 0,5);

F − площадь стока, га;

Ку − коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега;

коэффициент α, учитывающий неравномерность снеготаяния, принять 0,8;

hc − слой талых вод за 10 дневных часов, мм, (для данного климатического района принимается равным 16 мм.).

Для сбора и отвода сточных вод с поверхности внешних отвалов проектом предусматривается устройство водоотводных канав (каналов). Формирование отвальных ярусов выполняется с уклоном в сторону водоотводных канав (каналов).

В проекте рассматривается устройство основных водоотводных канав (каналов):

– №1-№2 вдоль северо-западной и северо-восточных нижних бровок отвала Северный – 2№2 и Северный – 3;

– №3-№8 вдоль юго-восточной нижней бровки отвала Северный – 2№2 и Общая схема водоотведения такова:

Сбор сточных вод с северной части отвала Северный – 2 №2 и Северный – 3 осуществляется в водоотводную канаву №1 и №2, а затем и в зумпф №2, с центральной и южной части отвала Северный – 2 №2 и Северный – 3 в водоотводные канавы №3-№8, вода из которых собирается зумпфами №3-№5.

Водоотводные канавы проходятся до начала отсыпки отвалов. Конструкция канав имеют трапецеидальную форму, крутизна откосов 1:1,5. Глубина водоотводных канав составляет 0,7 м, ширина по дну водоотводных канав 0,5 м. Параметры и местоположение водоотводных канав (каналов) во время эксплуатации отвала не меняются. Положение канав приведено на **черт. П12080-00-200-ТОР лист 2**.

Дно и откосы водоотводных канав (каналов) должны быть уплотнены с коэффициентом уплотнения – 0,94.

Выпуски с водоотводных канав (каналов) обустраиваются оголовками в форме стенок с открылками.

Поверхностные сточные воды с отвалов по описанным водоотводным канавам (каналам) направляются зумпфы.

5 УСТОЙЧИВОСТЬ БОРТОВ ОТВАЛОВ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД

5.1 Инженерно-геологические условия

5.1.1 Инженерно-геологическое строение основания отвалов Северный-2 №2 и Северный-3

Основание отвалов представлены четвертичными отложениями, ниже которых расположены скальные грунты.

Разделение грунтов основания на инженерно-геологические элементы (далее ИГЭ) для отвалов Северный 2 №2 и Северный-3 представлено ниже.

Четвертичная система – Q, Современный отдел – QIV, Биогенные отложения – bIV

ИГЭ-1 Торф среднеразложившийся бурого цвета влажный, ниже уровня грунтовых вод – водонасыщенный. Залегают первыми от поверхности в понижениях рельефа, вблизи озер и ручьев, распространен в северной части участка изысканий.

Верхнечетвертичные отложения – QIII, Ледниковые отложения – gIII

ИГЭ-2 Пески средней крупности средней плотности серые с гравием, галькой до 20% и обломками валунов, влажные, ниже УГВ – водонасыщенные.

ИГЭ-3 Пески мелкие средней плотности коричневые, серовато-коричневые с гравием, галькой до 15-20%, влажные, ниже УГВ - водонасыщенные.

ИГЭ-4 Супеси песчанистые твердые коричневые с гравием до 20%. Залегают первыми от поверхности или под торфом (ИГЭ-1), имеют ограниченное распространение.

Скальные грунты Архейской системы – AR

ИГЭ-5 Гранито-гнейсы серые слабо-трещиноватые, среднезернистые, очень прочные, неразмягчаемые.

Физико-механические свойства (далее ФМС) грунтов, слагающих основание отвалов Северный 2 №2 и Северный-3, представлены в **табл. 5.1** [7, 9]. Механические характеристики отвальной массы приведены в **табл. 5.2** [7].

Таблица 5.1 - Физико-механические свойства пород основания отвалов

Наименование породы	№ ИГЭ	Физико-механические характеристики пород		
		γ, кН/м^3	c, кПа	φ
Торф среднеразложившийся	ИГЭ-1	9,964	14,5	12,0
Пески средней крупности	ИГЭ-2	18,05	1,0	35,0
Пески мелкие	ИГЭ-3	18,34	3,0	34,0
Супеси песчанистые	ИГЭ-4	21,78	21,0	30,0
Гранито-гнейсы	ИГЭ-5	29,812	16900,0	36,6

ФМС для ИГЭ-2, ИГЭ-3, ИГЭ-4 приняты из «Технический отчёт…» [7, 8], для ИГЭ-1, ИГЭ-5 приняты из «Заключение…» [9].

5.1.2 Гидрогеологические условия

Условия обводненности пород отвалов Северный-2 №2, Северный-3 и их оснований приняты согласно техническим отчётам [7, 8].

Во время производства работ (октябрь-ноябрь 2021 г) в процессе бурения на глубину изысканий подземные воды в основании отвала Северный-2 встречены на глубине 0,1-3,0 м, в основании отвала Северный-3 встречены на глубине 0,1-4,2 м.

В период обильных дождей и интенсивного снеготаяния возможен подъем уровня грунтовых вод на 0,5 - 1,5 м. В весенне-осенний период возможно кратковременное появление «верховодки» на кровле сезонно мерзлых пород.

Таким образом для оценки устойчивости отвалов принимаем уровень подземных вод принимаем по верхней границе основания отвалов. При оценке устойчивости отвалов применялся метод конечных элементов, позволяющий найти подъём уровня подземных вод внутри отвала.

5.1.3 Нагрузки и воздействия

В качестве нагрузок, определяющих устойчивость отвала приняты статические нагрузки (от собственного веса отвальной массы).

Уровень сейсмичности района строительства для зданий и сооружений нормального уровня ответственности в соответствии с картами общего сейсмического районирования оценивается в 5 баллов по картам ОСР-15-А и ОСР-15-В, в 6 баллов по карте ОСР-15-С (СП 14.13330.2018) [7, 8]. Таким образом в данном случае согласно требованиям ФНиП [6] сейсмичность составляет менее 7 баллов и не учитывается при оценке устойчивости отвалов.

5.2 Конструкция отвалов Северный-2 №2 и Северный-3

5.2.1 Общие сведения об отвалах

Отвалы представлены смесью прочных скальных и четвертичных грунтов. Поскольку отвалы объединены в плане (см. **рис. 5.1**), то принято решение принять максимальное значение содержания рыхлых четвертичных отложений (далее – РЧО) равное 3%. Физико-механические свойства пород, слагающих отвал, при различном содержании рыхлых четвертичных отложений в отвальной массе представлены в **табл. 5.2** [9].

Таблица 5.2 - Физико-механические свойства отвальной массы

Наименование породы	Содержание рыхлых четвертичных отложений в отвальной смеси (%)	Физико-механические отвальной массы		
		γ, кН/м^3	c, кПа	φ
Отвальная масса	3	18,5	22,9	35,1

Значения физико-механических характеристик для отвальной массы при содержании РЧО 3% были получены путём интерполяции исходя из известных значений для содержаний рыхлых четвертичных отложений в отвальной смеси 0% и 20% [9].

5.2.2 Расчётные сечения отвалов

На **рис. 5.1** представлена выкопировка из ситуационного плана отвала. Сечения по профильным линиям 1-1; 2-2; 3-3; 4-4 представлены на **рис. 5.2.**

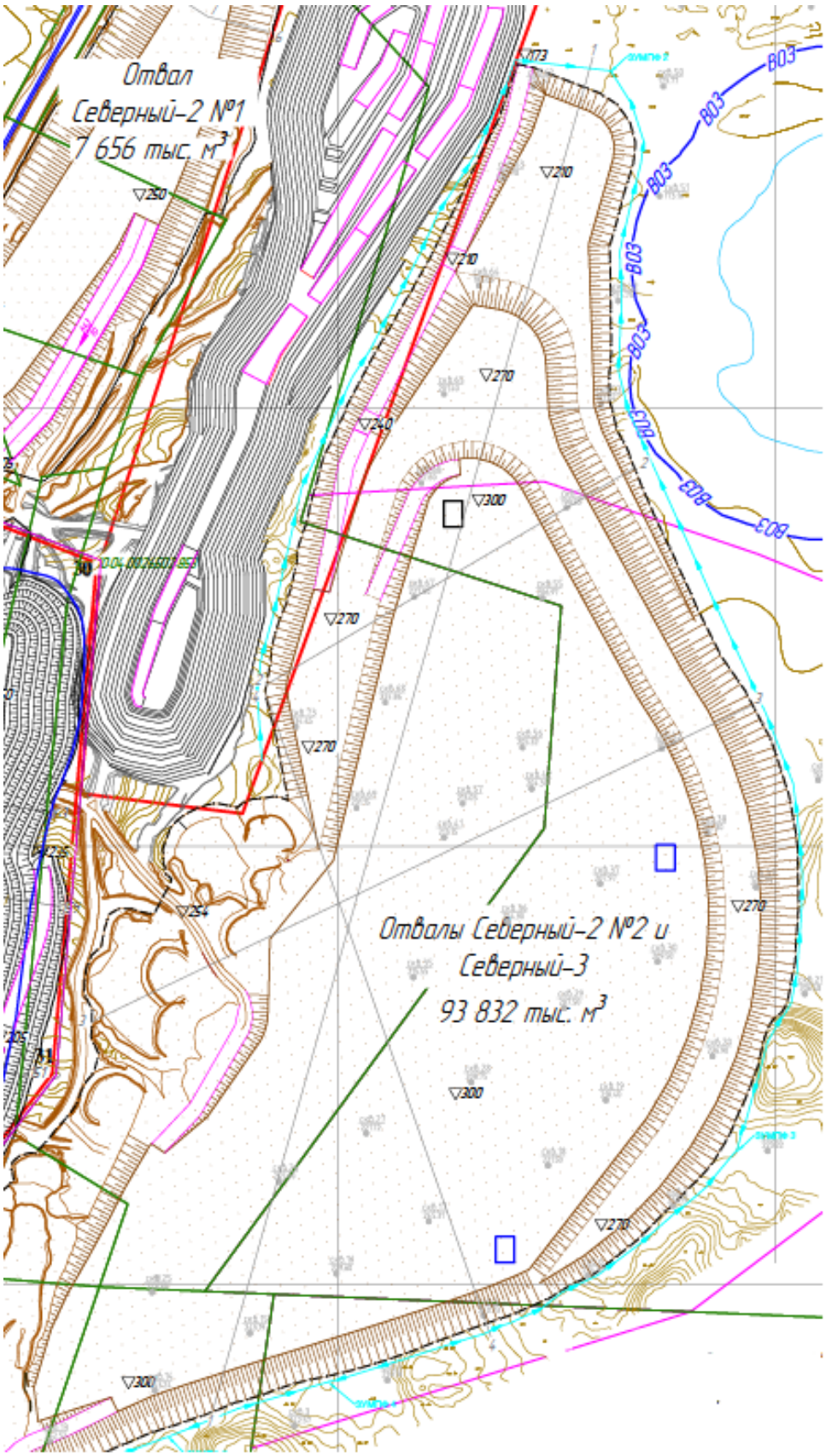

Рисунок 5.1 - Отвалы Северный 2 № 2, Северный 3. Выкопировка из ситуационного плана

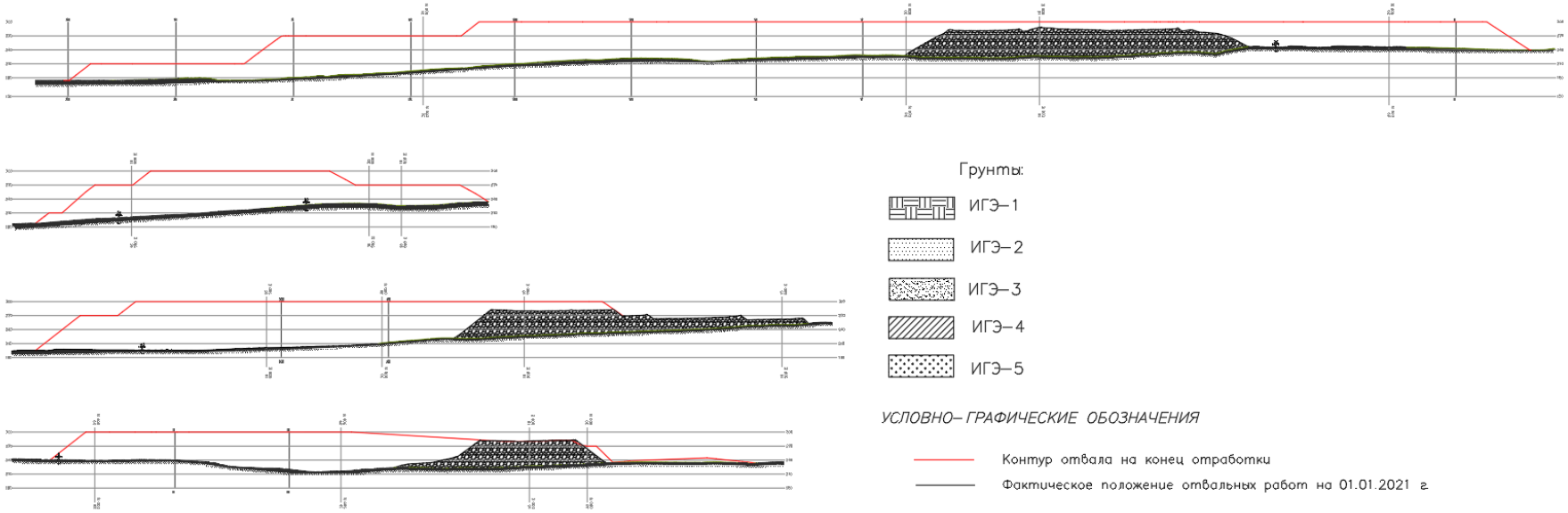

Рисунок 5.2 - Сечения по профильным линиям 1-1; 2-2; 3-3; 4-4 (представлены сверху вниз соответственно)

5.3 Методика оценки устойчивости отвалов Северный-2 № 2, Северный-3

5.3.1 Общие расчётные положения

Для расчёта устойчивости отвалов применялся программный комплекс Slide 2018 (сертификат представлен в **прил. 1**).

5.3.2 Обоснование расчётной модели отвалов

Методика определения начального напряжённого состояния

Величина вертикальных эффективных напряжений σ_v' определялась по классической зависимости

$$\sigma_v' = \gamma H - p_w, \tag{5.1}$$

где γ – удельный вес пород; H – глубина до рассматриваемой точки породного массива; p_w – величина порового давления.

Горизонтальные эффективные напряжения σ_h' вычислялись по следующей формуле

$$\sigma_h' = K_0(\gamma H - p_w), \tag{5.2}$$

где K_0 – коэффициент бокового давления в покое.

Коэффициент бокового давления в покое в породах четвертичных отложений принимался на основании известной эмпирическая зависимости

$$K_0^{NC} = 1 - \sin\varphi', \tag{5.3}$$

где φ' - эффективный угол внутреннего трения соответствующего слоя грунтового массива.

Полные напряжения породного массива определялись как сумма эффективных напряжений и порового давления. Выше уровня грунтовых вод, грунты рассматривались как однофазная среда, то есть поровое давление в этих грунтах равно 0, а удельный вес грунта принимался как для грунта в сухом состоянии.

Модель деформирования материала отвальной массы и породного основания

Упругопластическая модель Кулона-Мора [9], которая включает две упругих константы модуль деформации E и коэффициент поперечной деформации ν и три пластических параметра, сцепление c, угол внутреннего трения φ и угол дилатансии ψ.

Упругое поведение среды можно представить в виде обобщенного закона Гука (5.4), который характеризует механическое поведение изотропного упругого материала

$$\begin{pmatrix}\sigma_{xx}\\ \sigma_{yy}\\ \sigma_{zz}\\ \sigma_{xy}\\ \sigma_{yz}\\ \sigma_{zx}\end{pmatrix}=\frac{E}{(1+\nu)(1-2\nu)}\begin{bmatrix}1-\nu & \nu & \nu & 0 & 0 & 0\\ \nu & 1-\nu & \nu & 0 & 0 & 0\\ \nu & \nu & 1-2\nu & 0 & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 1-2\nu & 0 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1-2\nu & 0\\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1-2\nu\end{bmatrix}\begin{pmatrix}\varepsilon_{xx}\\ \varepsilon_{yy}\\ \varepsilon_{zz}\\ \varepsilon_{xy}\\ \varepsilon_{yz}\\ \varepsilon_{zx}\end{pmatrix}, \quad (5.4)$$

где E – модуль деформации; ν – коэффициент поперечной деформации.

Классическое условие пластичности для сыпучих сред (закон трения Кулона) можно записать в виде уравнения:

$$f=\tau-c-\sigma_n tg(\varphi), \quad (5.5)$$

где τ – предел прочности сдвигу на рассматриваемой площадке; σ_n – нормальное напряжение, действующее перпендикулярно рассматриваемой площадке.

В пространстве главных напряжений условие пластичности можно представить набором из 6 уравнений вида (формула 4.6), которые в целом описывают поверхность пластического течения.

$$f_1=\frac{1}{2}(\sigma_2-\sigma_3)+\frac{1}{2}(\sigma_2+\sigma_3)\sin(\varphi)-c\cos(\varphi), \quad (5.6)$$

где σ_1 – главные нормальные максимальные напряжения; σ_2 – главные средние нормальные напряжения; σ_3 – главные минимальные нормальные напряжения.

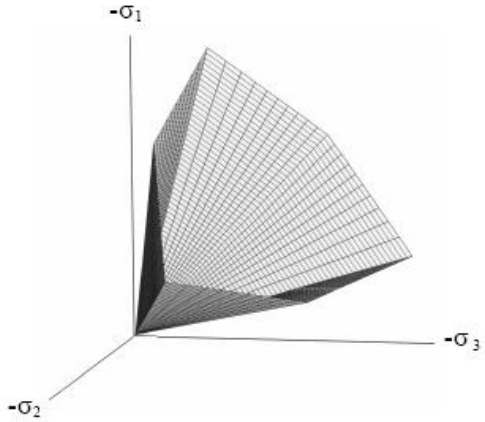

Рисунок 5.3 - Поверхность пластического течения в осях главных напряжений (*c* = 0)

Данная модель применима для решения задач, когда точность прогноза деформаций не является определяющим фактором, а необходимо выполнить оценку по несущей способности.

Фильтрационная модель пористой среды

При выполнении фильтрационных расчетов принята модель, получившая наибольшее распространение на практике, модель Van Genuchten – Mualem, которая позволяет описать процесс фильтрации жидкости через пористые тела в полностью водонасыщенном состоянии

или неполностью водонасыщенном состоянии. Принятая модель позволяет учесть изменение фильтрационных характеристик пористой среды в зависимости от степени ее водонасыщения.

Фильтрационные характеристики пористой среды контролируются через характеристическую зависимость между степенью водонасыщения (влажностью) грунта и величиной отрицательного порового давления, которая характеризует способность грунта сохранять жидкость в пористом пространстве при различных значениях порового давления.

Фильтрационная модель Van Genuchten – Mualem связывает степень водонасыщения с напором:

$$S(\psi) = S_{res} + (S_{sat} - S_{res})[1 + (g_a|\psi|)^{g_n}]^{g_c};$$
$$\psi = -\frac{p_w}{\gamma_w}; \tag{5.7}$$
$$g_c = \frac{1 - g_n}{g_n},$$

где p_w – отрицательное поровое давление; γ_w – удельный вес жидкости в пористом пространстве; S_{res} – остаточная величина степени водонасыщения раствором пористой среды; S_{sat} – значение полного водонасыщения пористого пространства раствором; g_a, g_n, g_c – параметры уравнения Van Genuchten – Mualem.

Относительный показатель коэффициента фильтрации $k_{rel}(S)$ определяется по следующей формуле:

$$k_{rel}(S) = \max\left[\left(S_{eff}\right)^{g_l}\left(1 - \left[1 - \left(S_{eff}\right)^{\frac{g_n}{g_n - 1}}\right]^{\frac{g_n - 1}{g_n}}\right)^2, 10^{-4}\right]; \tag{5.8}$$
$$S_{eff} = \frac{S - S_{res}}{S_{sat} - S_{res}},$$

где S_{eff} – эффективная степень водонасыщения пористой среды раствором.

Фактический коэффициент фильтрации $k(S)$ определяется по формуле:

$$k(S) = k_{sat} k_{rel}(S), \tag{5.9}$$

где k_{sat} – коэффициент фильтрации пористой среды в полностью насыщенном жидкостью состоянии.

Принятая модель позволяет учесть изменение коэффициента фильтрации окомкованной руды в зависимости от степени ее водонасыщения, что позволяет в значительной степени повысить достоверность прогноза развития фильтрационных процессов как в зоне полного, так и неполного водонасыщения.

Обоснование коэффициента запаса по устойчивости

Нормативные значения коэффициентов запаса устойчивости для отвала без учёта сейсмических воздействий представлены в **табл. 5.3** [6].

Таблица 5.3 – Нормативное значение коэффициента запаса устойчивости

Наименование объекта	Статическое воздействие
Отвал	1,20

Методика определения коэффициента запаса основания

Расчет коэффициента запаса выполнялся следующим образом. На первых этапах формировалось начальное напряженное состояние скального основания с учетом собственного веса скального основания, нагрузки от здания и сейсмического воздействия. На заключительном этапе на основании итерационного подхода определись показатели прочностных свойств породного массива, при которых устойчивость скального основания не обеспечена. Таким образом, количественно коэффициент запаса по устойчивости откоса определялся как

$$k_з = \frac{c_{rm}}{c_{rm.red}} = \frac{\tan \varphi_{rm}}{\tan \varphi_{rm.red}}, \quad (5.10)$$

где $c_{rm.red}$, $\varphi_{rm.red}$ – соответственно редуцированные значения сцепления, угла внутреннего трения.

Расчёт нагрузок от строительной техники

Дополнительно в расчётах учитывается нагрузка от веса строительной техники, используемой на отвалах. В данной случае могут использоваться гусеничный трактор Liebherr PR 776 и самосвал CAT 793D.

Таблица 5.4 – Технические характеристики Liebherr PR 776

Параметр	Значение
Длина по гусеницам, мм	3867
Ширина по гусеницам, мм	3160
Максимальная рабочая масса, кг	73189

Таблица 5.5 – Технические характеристики CAT 793D

Параметр	Значение
Колёсная база, мм	5905
Ширина по задним колёсам, мм	7605
Максимальная рабочая масса, кг	383848

Нагрузка на грунт рассчитывается по следующей формуле:

$$P = \frac{m \cdot g}{S}, \tag{5.11}$$

где m – максимальная вес машины, кг; g – ускорение свободного падения 9,807 м/с^2; S – площадь соприкосновения машины с грунтом, м^2.

5.3.3 Расчётная (численная) модель оценки устойчивости отвалов Северный-2 № 2, Северный-3

Расчётная модель представляет из себя сечение, ограниченное по бокам и снизу прямыми границами, а сверху геометрией отвала и поверхности земли. Модель разделена на участки с различными физико-механическими свойствами материалов (горных пород). Обводнённость отвала в модели учитывается при помощи указания максимального подъёма уровня воды (при использовании метода конечных элементов (МКЭ) – FEM (Finite element method)) и получения положения уровня подземных вод расчетным способом.

В данном случае было подготовлено 4 модели и 16 расчётных случая (сценария) с целью прогнозирования максимального количества возможных ситуаций.

Примеры моделей для 4 сечений с указанием значений физико-механических свойств представлены на **рис. 5.4 - рис. 5.11**.

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
ИГЭ-2		18.05	Mohr-Coulomb	1	35	None	0
ИГЭ-3		18.34	Mohr-Coulomb	3	34	None	0
ИГЭ-4		21.78	Mohr-Coulomb	21	30	None	0
ИГЭ-5		29.812	Mohr-Coulomb	16900	36.6	None	0
Отвальная масса3		18.5	Mohr-Coulomb	22.9	35.1	None	0

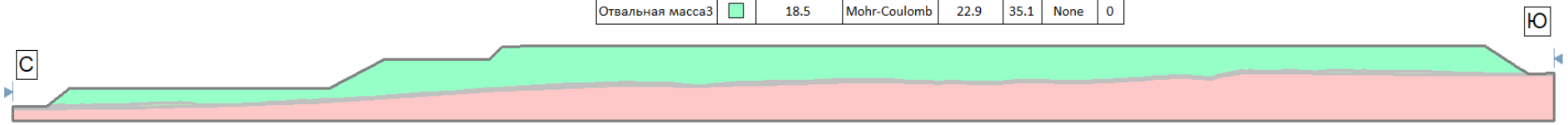

Рисунок 5.4 - Сечение 1 с указанием значений физико-механических свойств

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Phi b (deg)	Air Entry (kPa)
ИГЭ-2		18.05	Mohr-Coulomb	1	35	0	0
ИГЭ-3		18.34	Mohr-Coulomb	3	34	0	0
ИГЭ-5		29.812	Mohr-Coulomb	16900	36.6	0	0
Отвальная масса3		18.5	Mohr-Coulomb	22.9	35.1	0	0

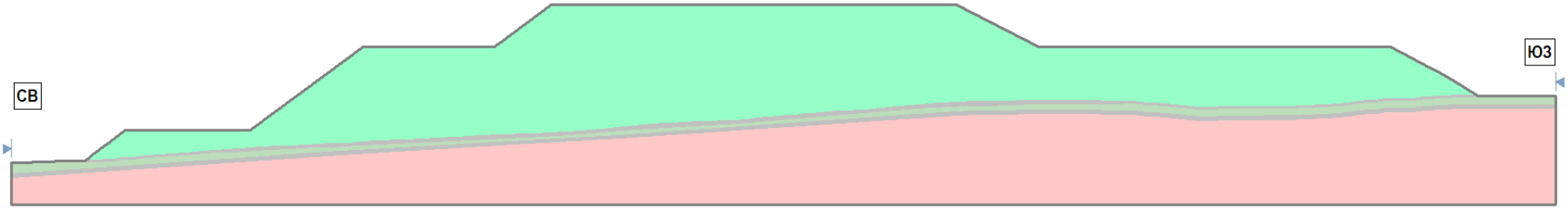

Рисунок 5.5 - Сечение 2 с указанием значений физико-механических свойств

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
ИГЭ-2		18.05	Mohr-Coulomb	1	35	None	0
ИГЭ-3		18.34	Mohr-Coulomb	3	34	None	0
ИГЭ-5		29.812	Mohr-Coulomb	16900	36.6	None	0
Отвальная масса3		18.5	Mohr-Coulomb	22.9	35.1	None	0

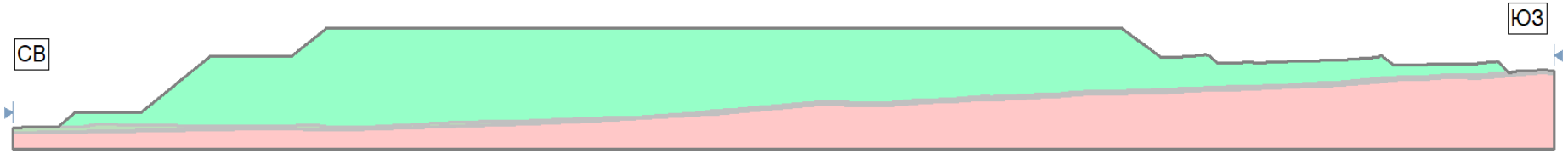

Рисунок 5.6 - Сечение 3 с указанием значений физико-механических свойств

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
ИГЭ-2		18.05	Mohr-Coulomb	1	35	None	0
ИГЭ-3		18.34	Mohr-Coulomb	3	34	None	0
ИГЭ-5		29.812	Mohr-Coulomb	16900	36.6	None	0
Отвальная масса3		18.5	Mohr-Coulomb	22.9	35.1	None	0

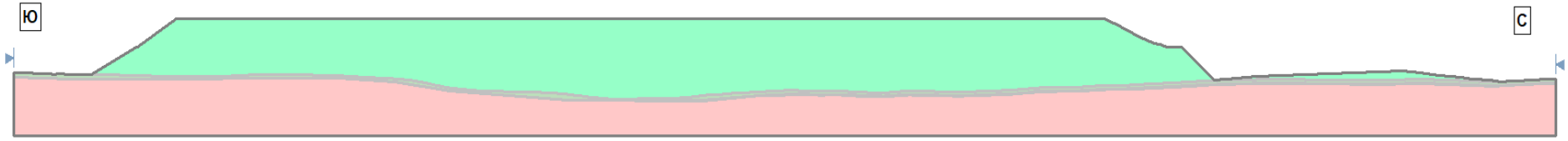

Рисунок 5.7 - Сечение 4 с указанием значений физико-механических свойств

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
ИГЭ-2		18.05	Mohr-Coulomb	1	35		
ИГЭ-3		18.34	Mohr-Coulomb	3	34		
ИГЭ-4		21.78	Mohr-Coulomb	21	30		
ИГЭ-5		29.812	Mohr-Coulomb	16900	36.6		
Отвальная масса3		18.5	Mohr-Coulomb	22.9	35.1		

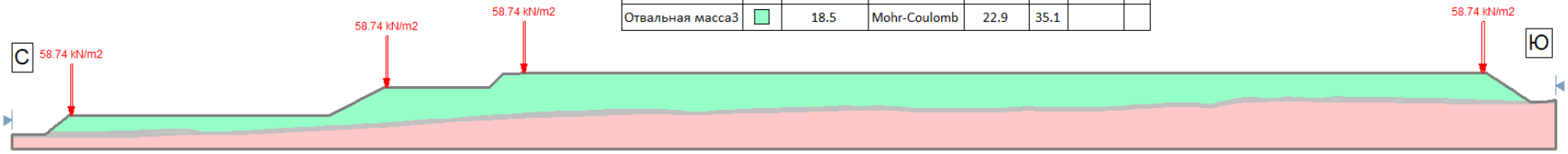

Рисунок 5.8 - Сечение 1 с указанием нагрузок от экскаватора

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
ИГЭ-2		18.05	Mohr-Coulomb	1	35		
ИГЭ-3		18.34	Mohr-Coulomb	3	34		
ИГЭ-4		21.78	Mohr-Coulomb	21	30		
ИГЭ-5		29.812	Mohr-Coulomb	16900	36.6		
Отвальная масса3		18.5	Mohr-Coulomb	22.9	35.1		

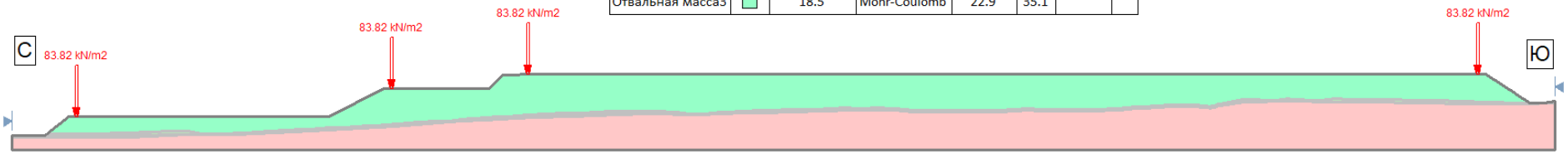

Рисунок 5.9 - Сечение 1 с указанием нагрузок самосвала

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
ИГЭ-2		18.05	Mohr-Coulomb	1	35	None	0
ИГЭ-3		18.34	Mohr-Coulomb	3	34	None	0
ИГЭ-5		29.812	Mohr-Coulomb	16900	36.6	None	0
Отвальная масса3		18.5	Mohr-Coulomb	22.9	35.1	None	0

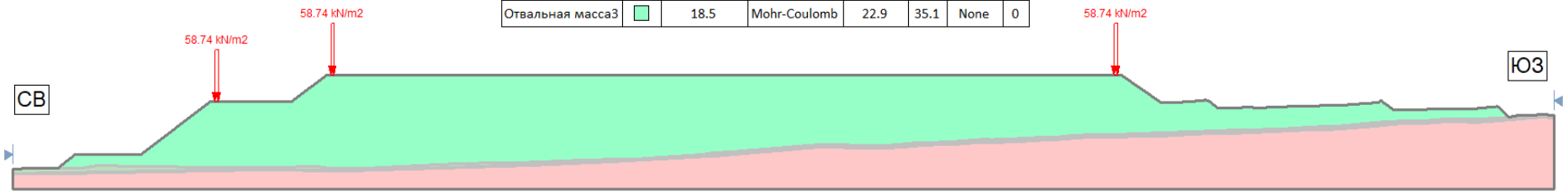

Рисунок 5.10 - Сечение 3 с указанием нагрузок от экскаватора

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
ИГЭ-2		18.05	Mohr-Coulomb	1	35	None	0
ИГЭ-3		18.34	Mohr-Coulomb	3	34	None	0
ИГЭ-5		29.812	Mohr-Coulomb	16900	36.6	None	0
Отвальная масса3		18.5	Mohr-Coulomb	22.9	35.1	None	0

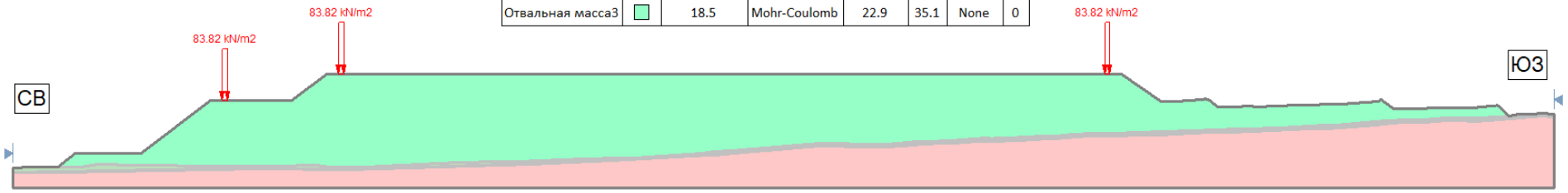

Рисунок 5.11 - Сечение 3 с указанием нагрузок от самосвала

5.4 Заключение

Оценка устойчивости отвалов Северный 2 №2, Северный 3 выполнена на статическое воздействия, с учётом и без учёта обводнённости.

При выполнении расчетов обводнённость отвала учитывалась исходя из данных о подъёме уровня подземных вод в период снеготаяния (см. **п. 5.1.2**).

Нормативное значение коэффициента запаса устойчивости, определено в соответствии с ФНиП [6] (см. **п. 5.3.2**) и равно 1,20.

При оценке устойчивости отвалов Северный 2 №2 и Северный 3 было принято, что плодородный слой ИГЭ-1 (торф среднеразложившийся) будет предварительно снят для дальнейшей рекультивации. Таким образом данный слой не учитывался при моделировании.

Расчётные значения коэффициента запаса устойчивости представлены в **табл. 5.6.**

Таблица 5.6 – Значения коэффициентов запаса устойчивости

Обводнённость отвала	Схема нагружения	Содержание рыхлых четвертичных отложений в отвальной смеси, %	Расчётное значение $k_{зу}$								Нормативное значение $k_{зу}$
			Расчетное сечение								
			1		2		3		4		
			С	Ю	СВ	ЮЗ	СВ	ЮЗ	С	Ю	
Сухой отвал	Статическое	3	1,363	1,432	1,308	1,701	1,316	1,656	1,477	1,241	1,20
Обводненное основание – МКЭ (FEM)	Статическое	3	1,318	1,402	1,308	1,701	1,316	1,656	1,437	1,239	1,20

Положение поверхностей скольжений для каждого из расчетных случаев и расчётное положение уровня подземных вод представлены на **рис. 5.6 – 5.43.**

Результаты оценки устойчивости сечений 1 и 3 с учётом нагрузки от техники представлены в **табл. 5.7.**

Таблица 5.7 – Значения коэффициентов запаса (с учётом техники)

Обводнённость отвала	Схема нагружения	Содержание рыхлых четвертичных отложений в отвальной смеси, %	Расчётное значение $k_{зу}$				Нормативное значение $k_{зу}$
			Расчетное сечение				
			1		3		
			С	Ю	СВ	ЮЗ	
Сухой отвал	Статическое	3	1,353	1,424	1,304	1,631	1,20
Обводненное основание – МКЭ (FEM)	Статическое	3	1,307	1,402	1,307	1,634	1,20

По данным из **табл. 5.7** видно, что все расчётные положения являются устойчивыми.

Стоит учесть, что при оценке устойчивости граница подземных вод была принята по границе верхнего слоя основания отвала. Рекомендуется организовать мониторинг уровня подземных вод, и при его поднятии внутри отвала, произвести переоценку устойчивости отвала с учётом фактического положения уровня подземных вод.

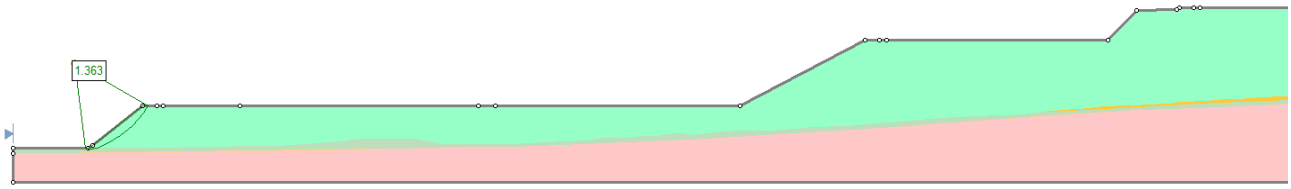

Рисунок 5.12 - Сечение 1. Северный откос. 3%. Сухой отвал

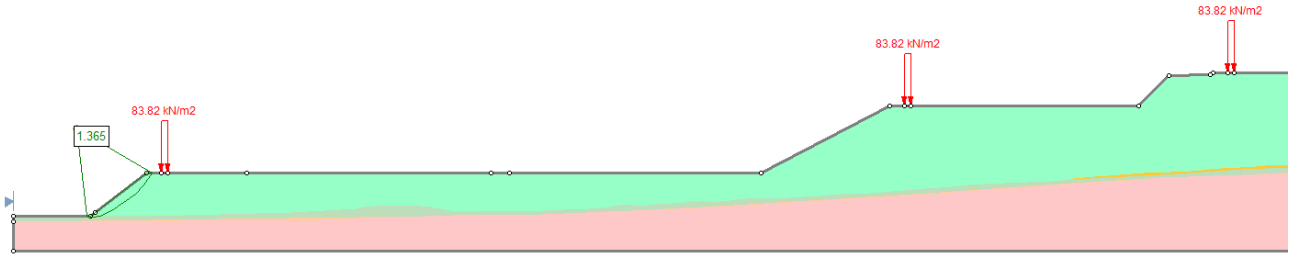

Рисунок 5.13 - Сечение 1. Северный откос. 3%. Сухой отвал с учётом нагрузок от самосвала

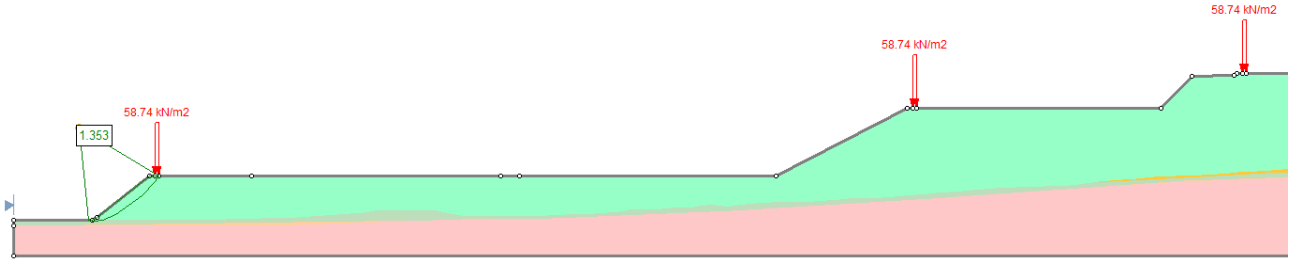

Рисунок 5.14 - Сечение 1. Северный откос. 3%. Сухой отвал с учётом нагрузок от гусеничного трактора

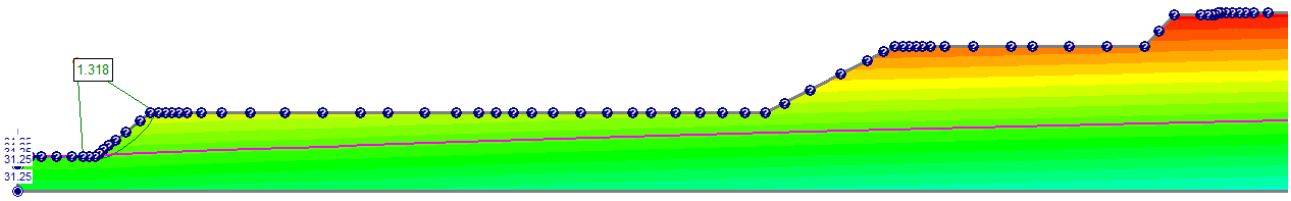

Рисунок 5.15 - Сечение 1. Северный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ)

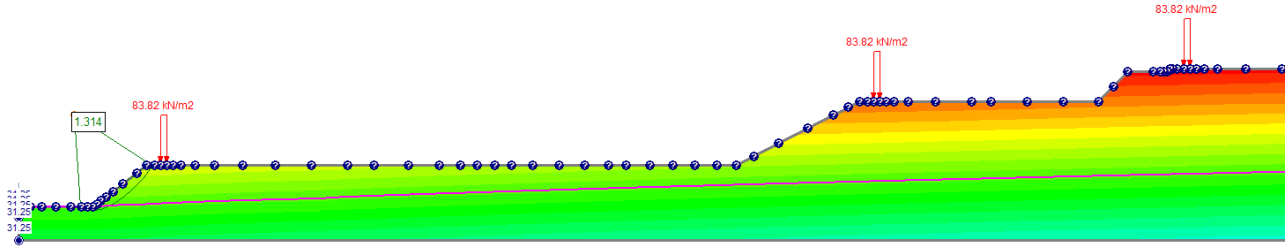

Рисунок 5.16 - Сечение 1. Северный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ) с учётом нагрузок от самосвала

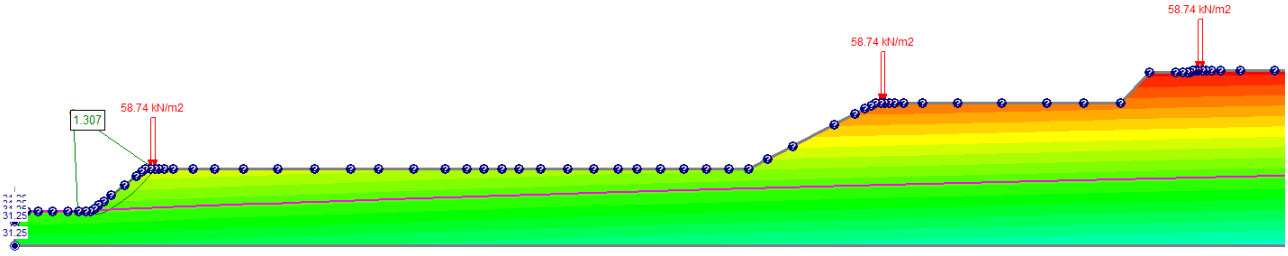

Рисунок 5.17 - Сечение 1. Северный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ) с учётом нагрузок от гусеничного трактора

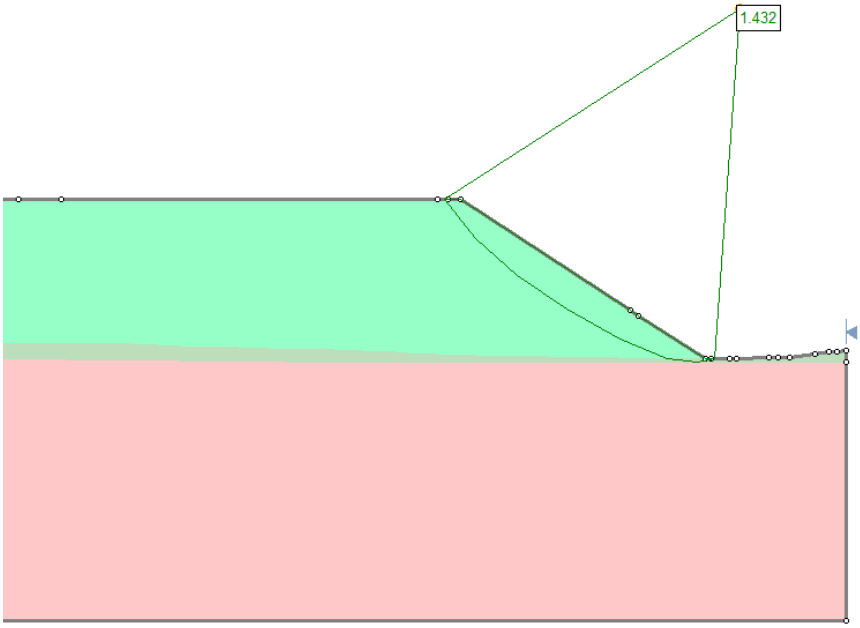

Рисунок 5.18 - Сечение 1. Южный откос. 3%. Сухой отвал

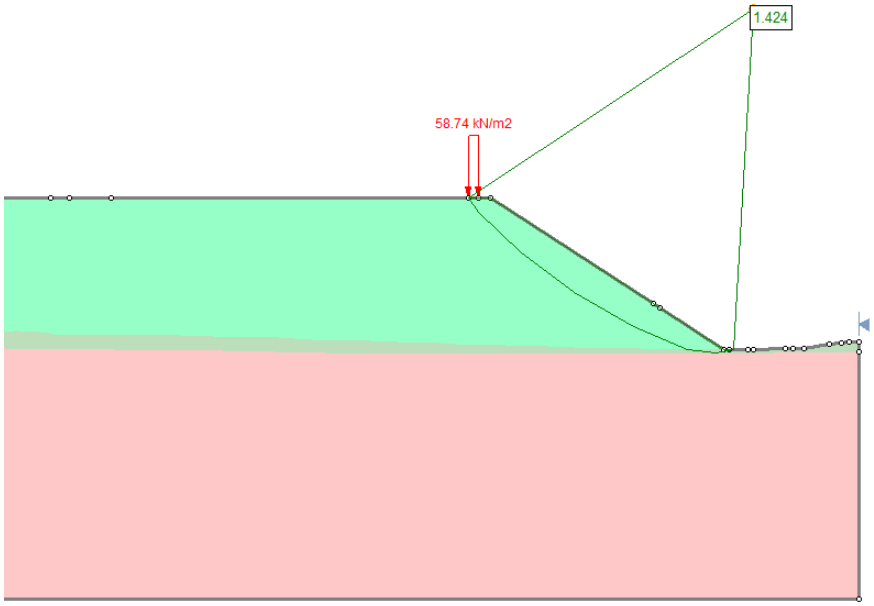

Рисунок 5.19 - Сечение 1. Южный откос. 3%. Сухой отвал с учётом нагрузок от гусеничного трактора

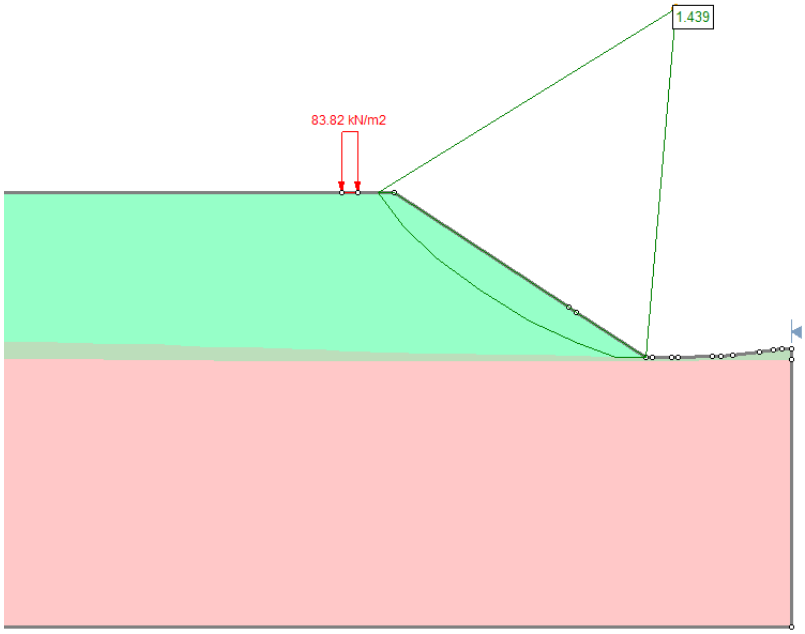

Рисунок 5.20 - Сечение 1. Южный откос. 3%. Сухой отвал с учётом нагрузок от самосвала

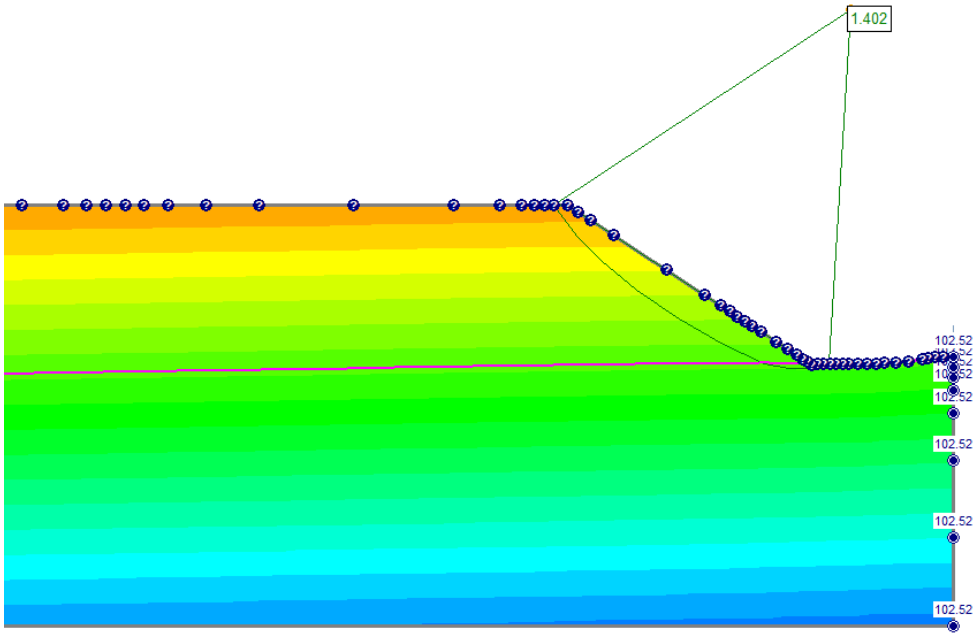

Рисунок 5.21 - Сечение 1. Южный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ)

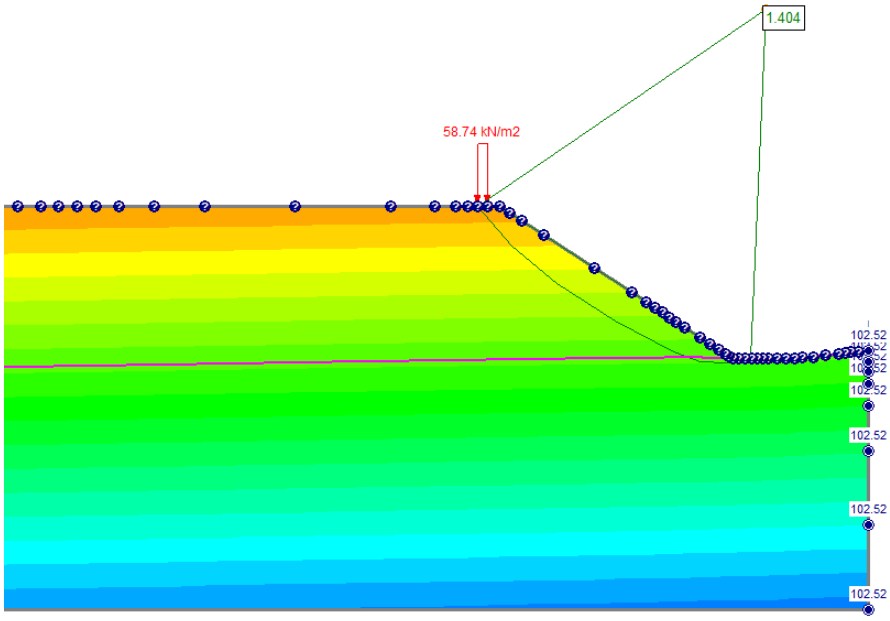

Рисунок 5.22 - Сечение 1. Южный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ) с учётом нагрузок от гусеничного трактора

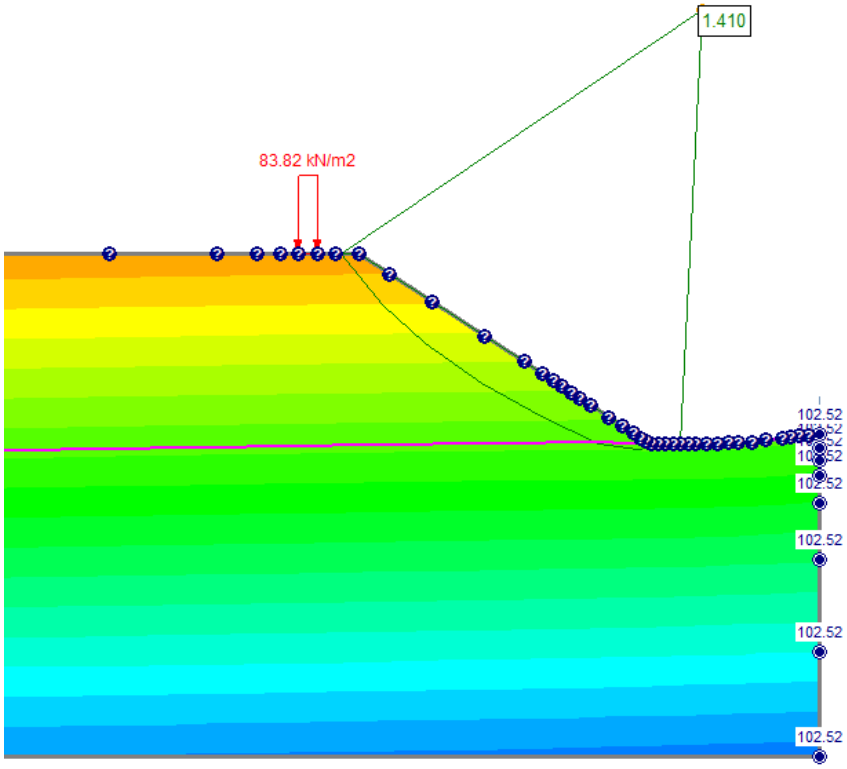

Рисунок 5.23 - Сечение 1. Южный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ) с учётом нагрузок от самосвала

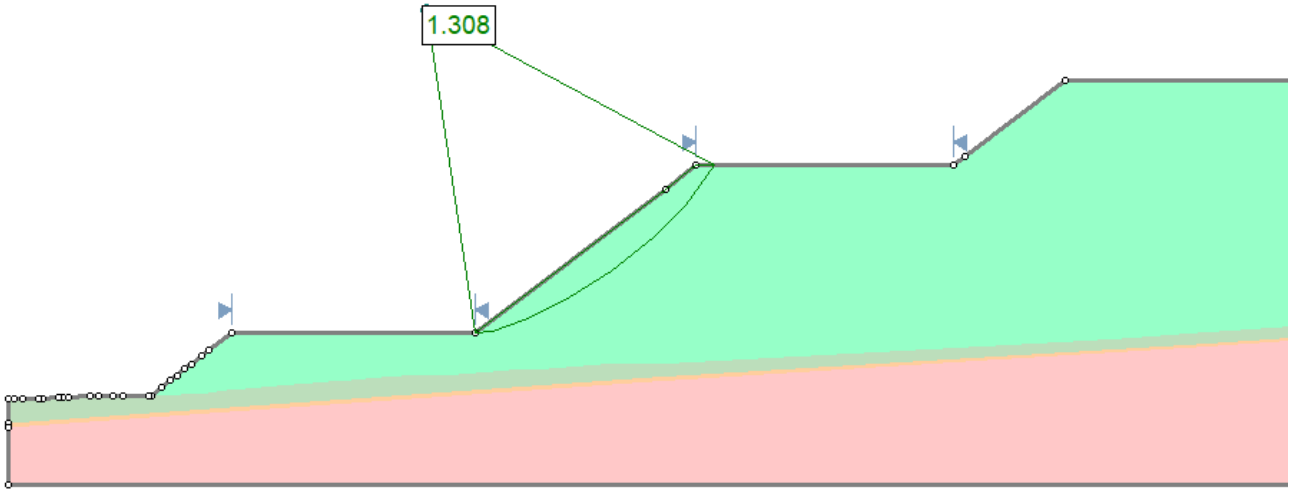

Рисунок 5.24 - Сечение 2. Северо-Восточный откос. 3%. Сухой отвал

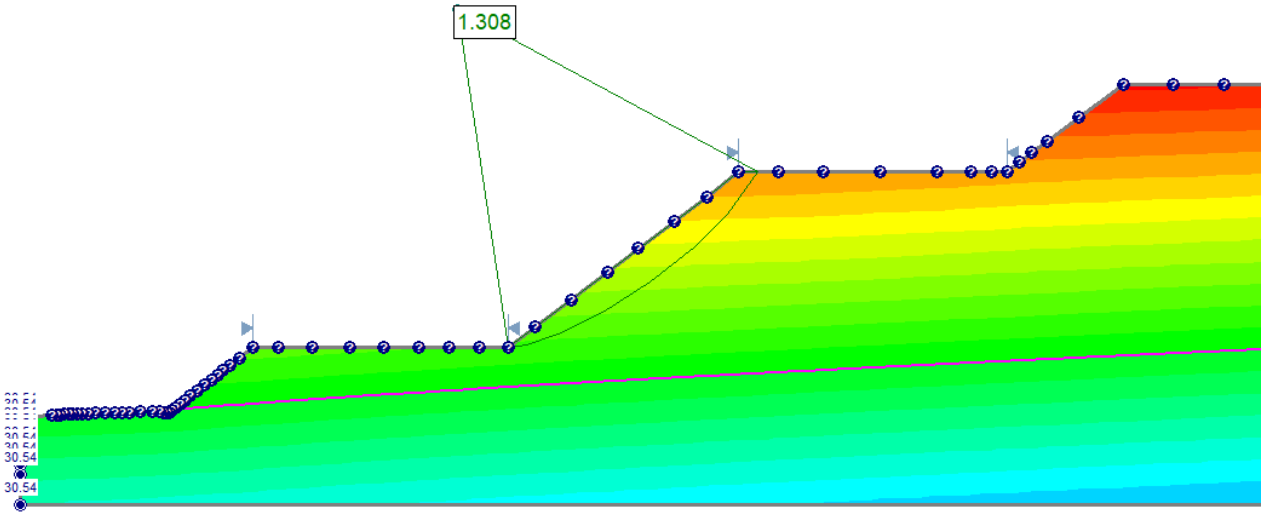

Рисунок 5.25 - Сечение 2. Северо-Восточный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ)

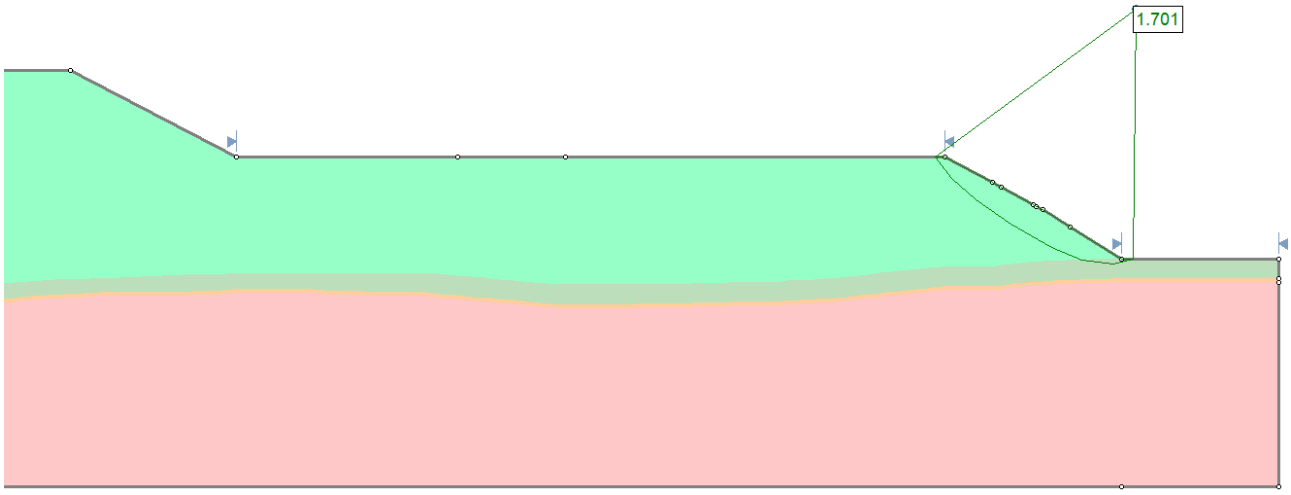

Рисунок 5.26 - Сечение 2. Юго-Западный откос. 3%. Сухой отвал

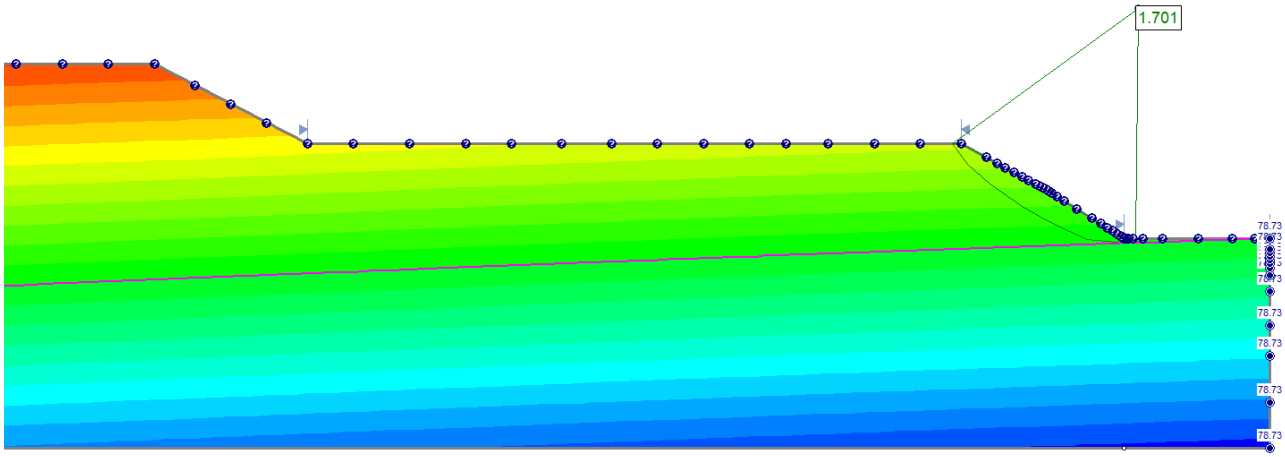

Рисунок 5.27 - Сечение 2. Юго-Западный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ)

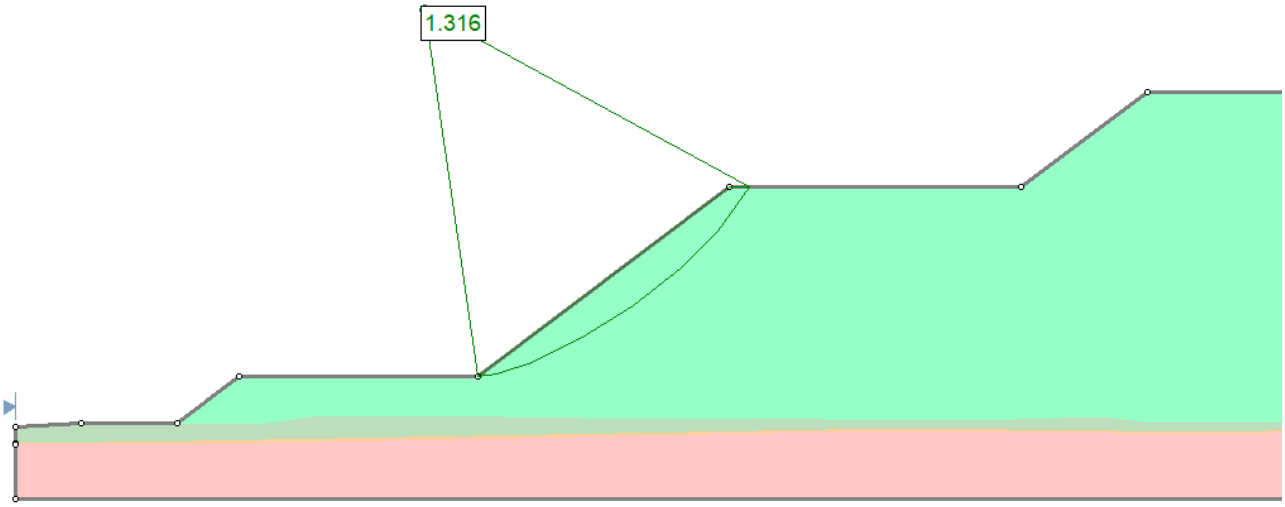

Рисунок 5.28 - Сечение 3. Северо-Восточный откос. 3%. Сухой отвал

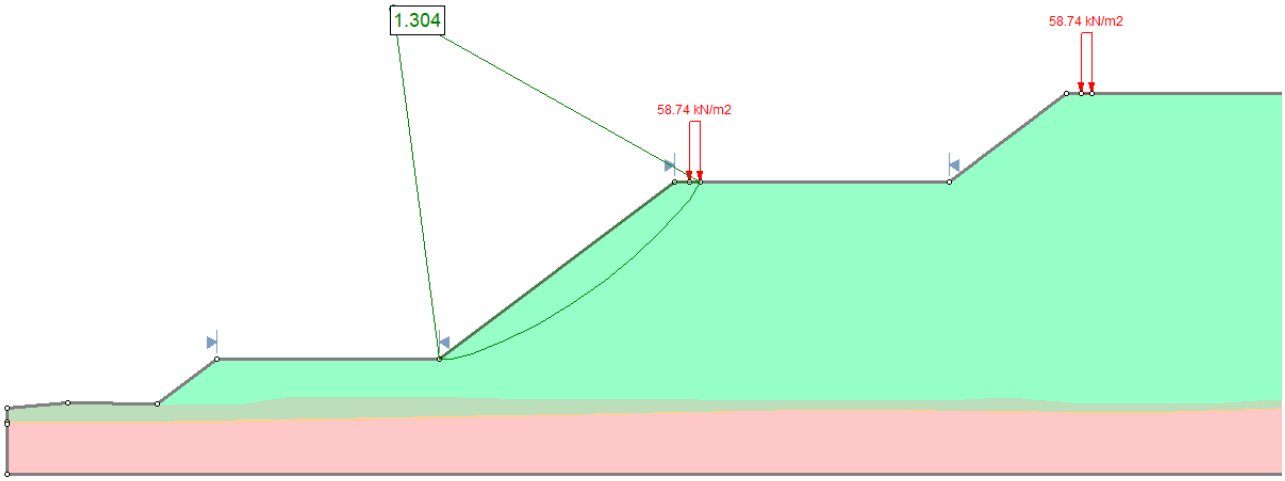

Рисунок 5.29 - Сечение 3. Северо-Восточный откос. 3%. Сухой отвал с учётом нагрузок от гусеничного трактора

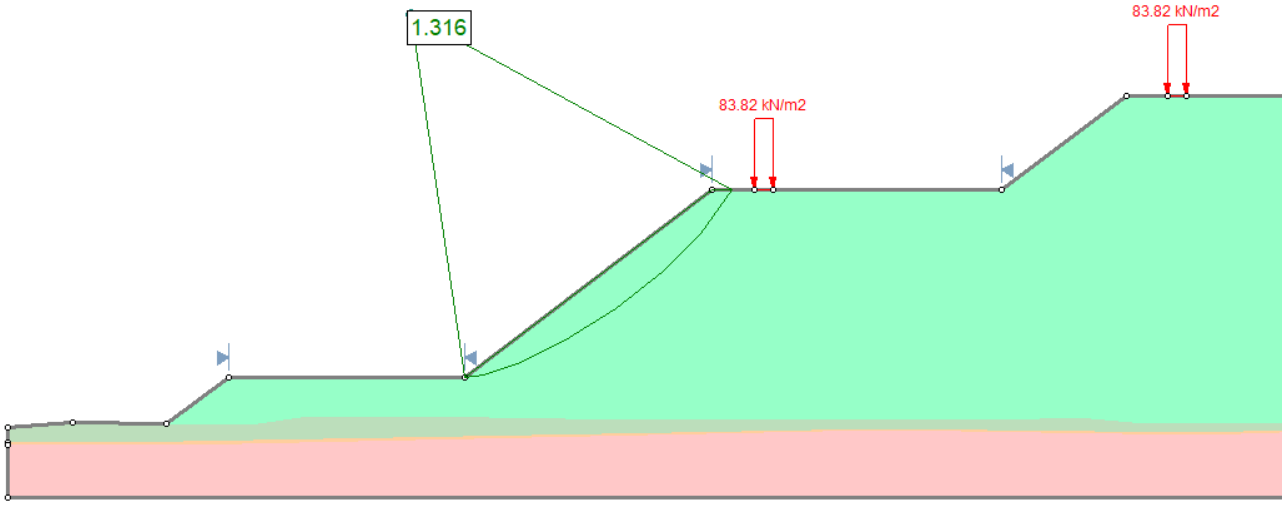

Рисунок 5.30 - Сечение 3. Северо-Восточный откос. 3%. Сухой отвал с учётом нагрузок от самосвала

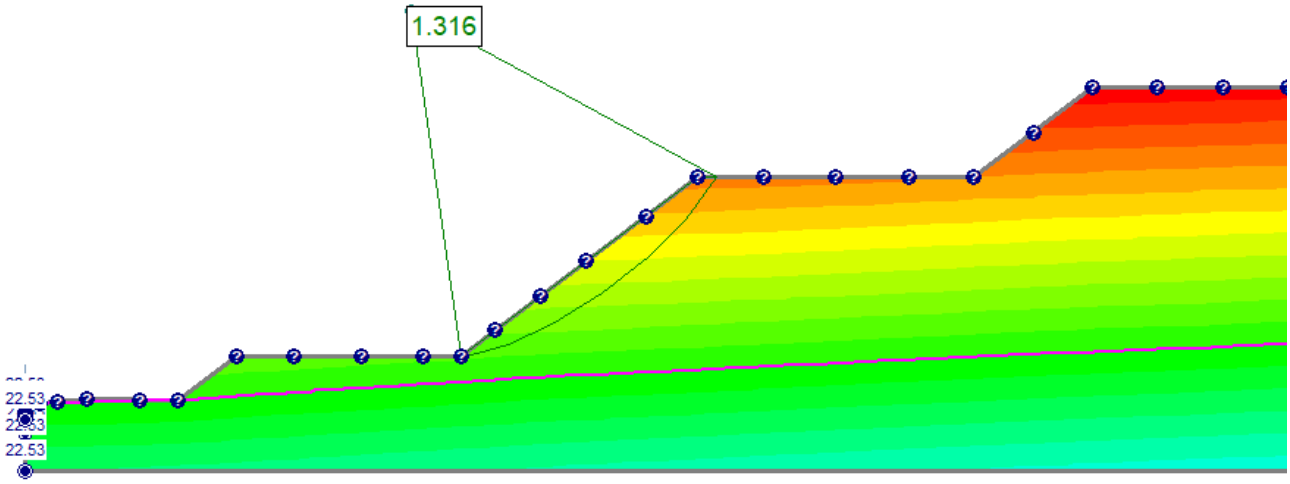

Рисунок 5.31 - Сечение 3. Северо-Восточный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ)

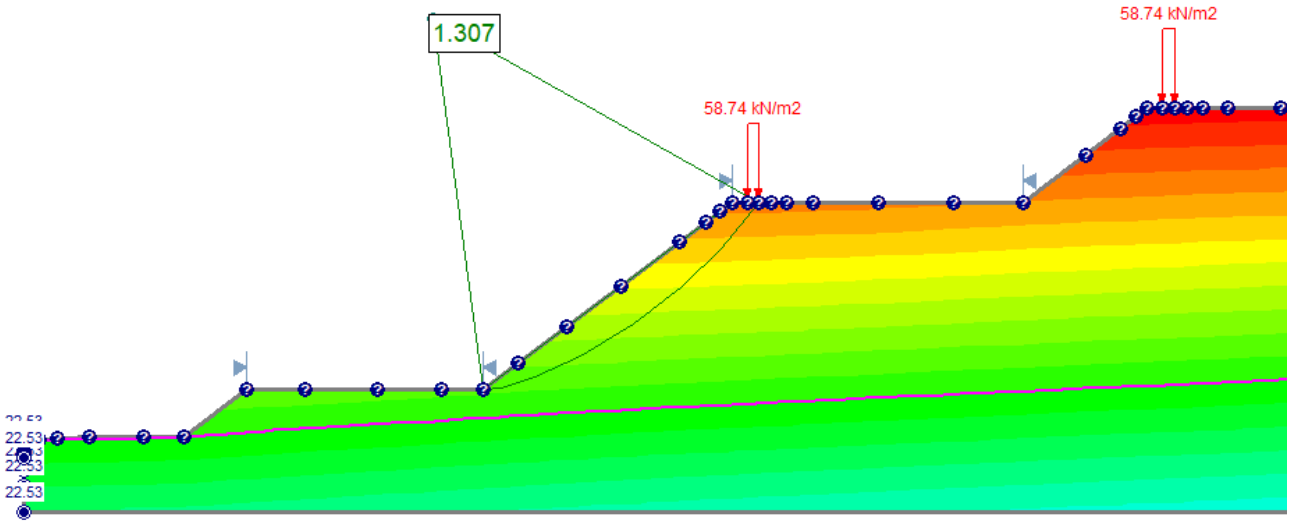

Рисунок 5.32 - Сечение 3. Северо-Восточный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ) с учётом нагрузок от гусеничного трактора

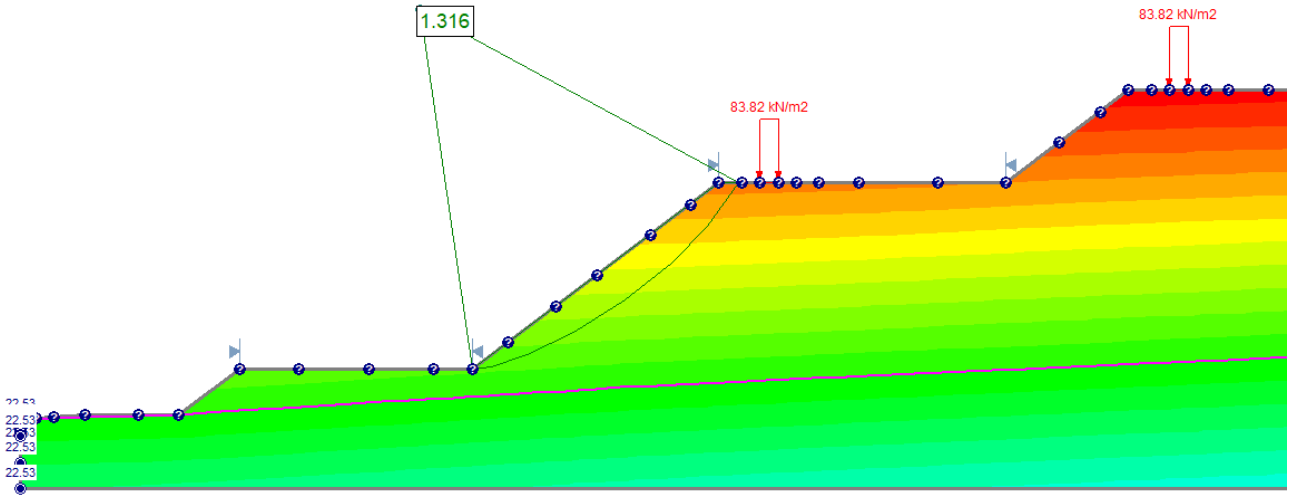

Рисунок 5.33 - Сечение 3. Северо-Восточный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ) с учётом нагрузок от самосвала

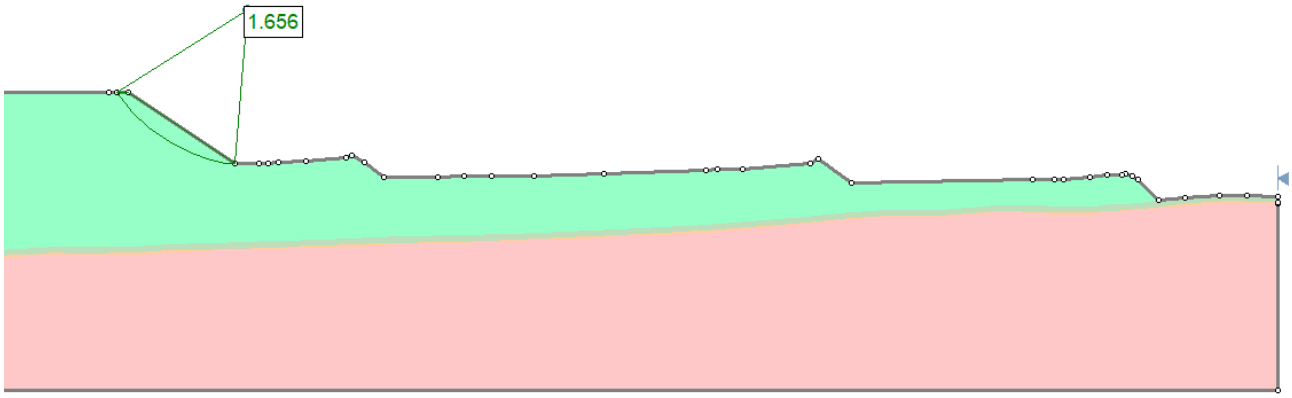

Рисунок 5.34 - Сечение 3. Юго-Западный откос. 3%. Сухой отвал

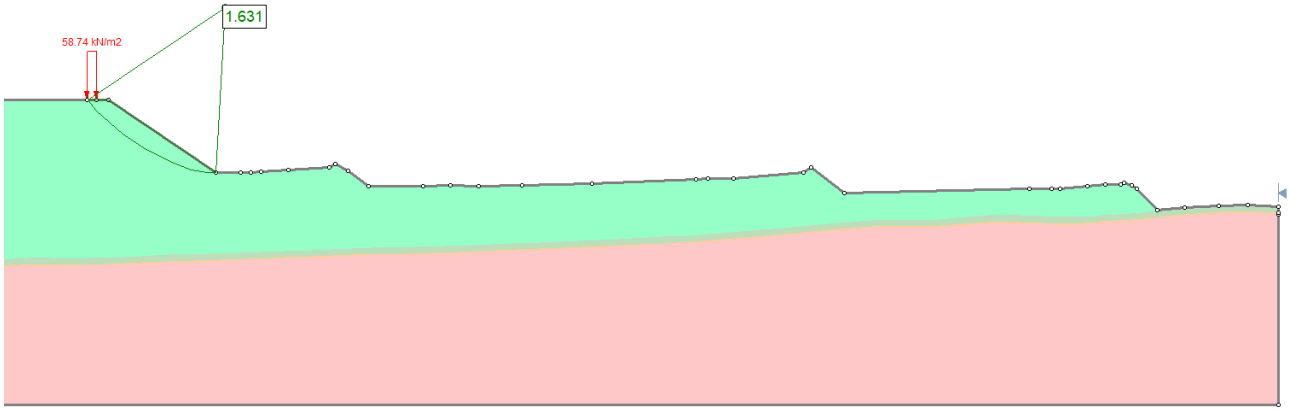

Рисунок 5.35 - Сечение 3. Юго-Западный откос. 3%. Сухой отвал с учётом нагрузок от гусеничного трактора

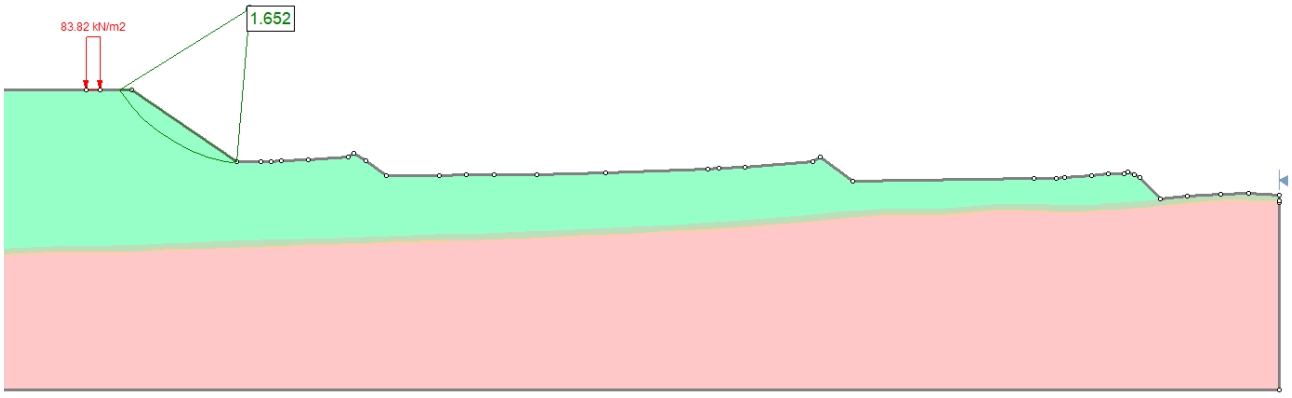

Рисунок 5.36 - Сечение 3. Юго-Западный откос. 3%. Сухой отвал с учётом нагрузок от самовала

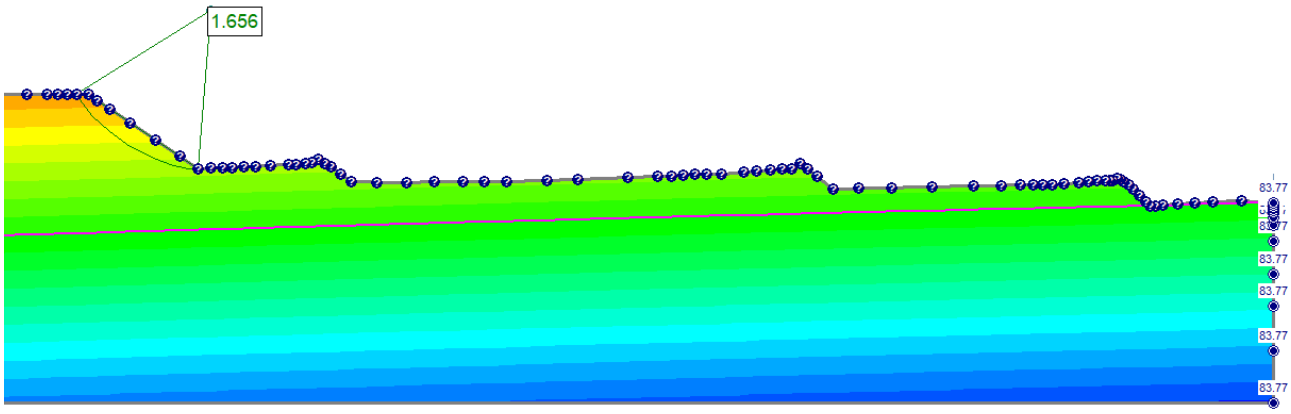

Рисунок 5.37 - Сечение 3. Юго-Западный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ)

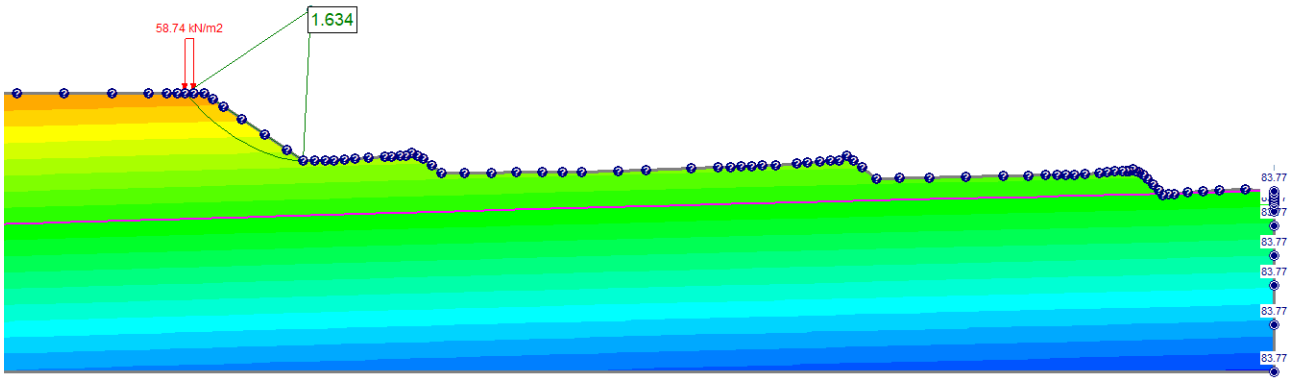

Рисунок 5.38 - Сечение 3. Юго-Западный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ) с учётом нагрузок от гусеничного трактора

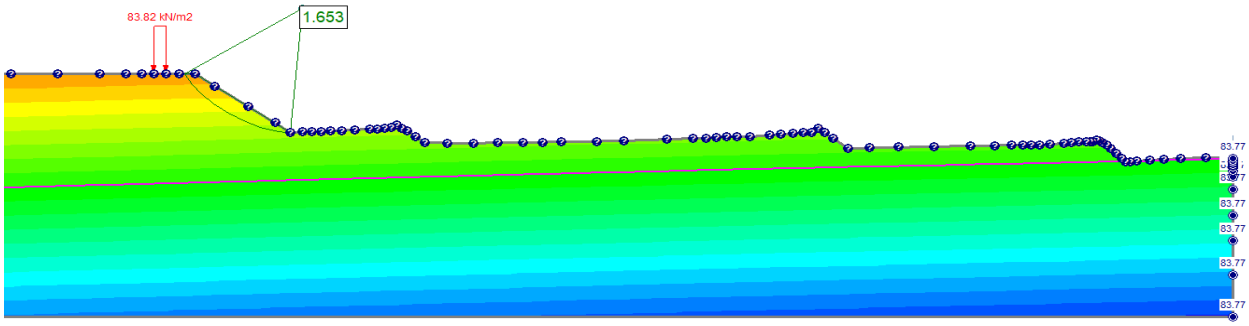

Рисунок 5.39 - Сечение 3. Юго-Западный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ) с учётом нагрузок от самосвала

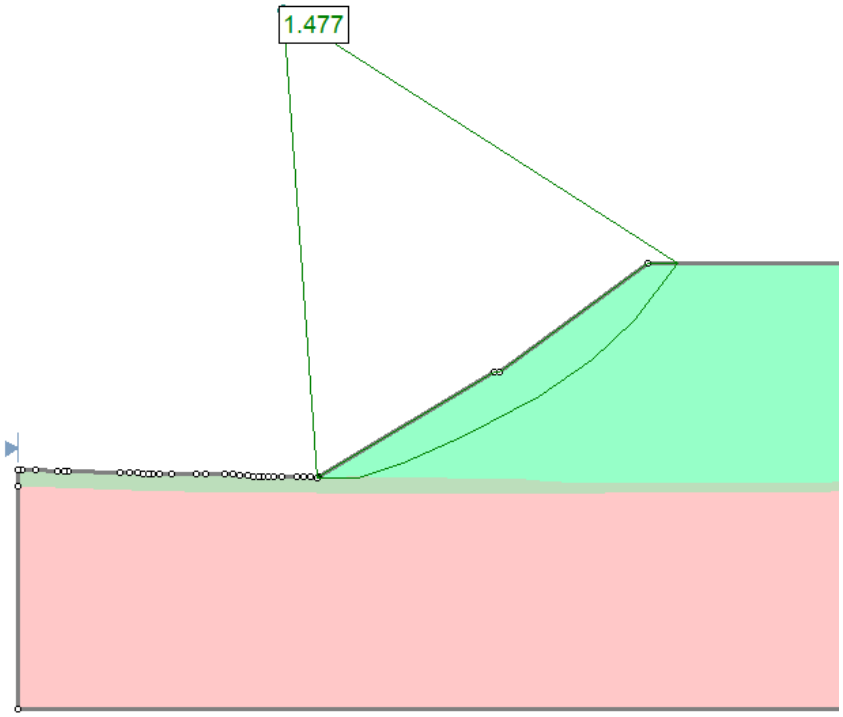

Рисунок 5.40 - Сечение 4. Южный откос. 3%. Сухой отвал

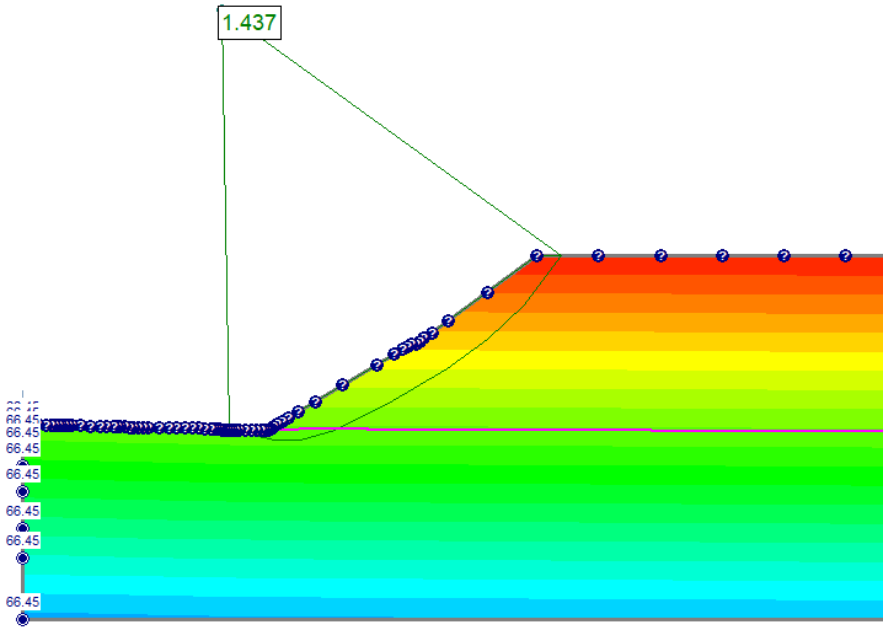

Рисунок 5.41 - Сечение 4. Южный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ)

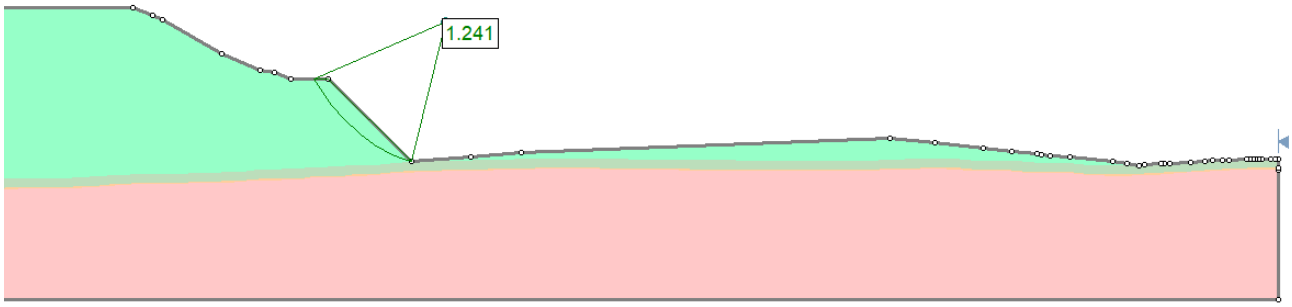

Рисунок 5.42 - Сечение 4. Северный откос. 3%. Сухой отвал

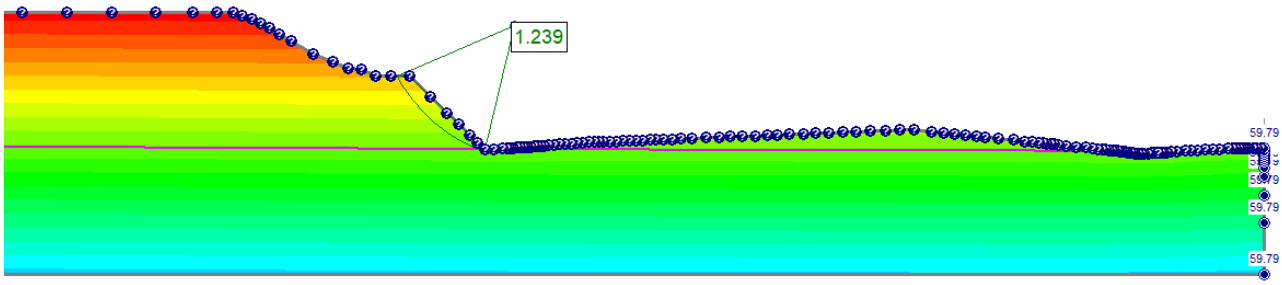

Рисунок 5.43 - Сечение 4. Северный откос. 3%. Обводнённый отвал (МКЭ)

6 ГЕОЛОГО-МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ НА ОТВАЛЬНЫХ РАБОТАХ

6.1 Общие сведения

В соответствии с Законом Российской Федерации «О недрах», пользователь недр обязан обеспечить ведение геологической, маркшейдерской и иной документации в процессе всех видов пользования недрами и ее сохранность. Для реализации требований законодательства о недрах организации должны образовывать в своем составе самостоятельные структурные подразделения – службы главного геолога и главного маркшейдера.

Недропользователи разрабатывают положения о службах главного геолога и главного маркшейдера, которые утверждаются руководителем организации по согласованию с Ростехнадзором России или его территориальным органом.

В соответствии со ст. 24 Закона Российской Федерации «О недрах» маркшейдерская и геологическая службы обеспечивают проведение комплекса маркшейдерских, геологических и иных наблюдений, достаточных для обеспечения нормального технологического цикла работ и прогнозирования опасных ситуаций, своевременное определение и нанесение на планы горных работ опасных зон.

Разрешительным документом на разработку месторождения, согласно Закону «О недрах», является лицензия, удостоверяющая право его владельца на пользование участком недр в определенных границах, в соответствии с указанной целью в течение установленного срока при соблюдении им заранее оговоренных требований и условий.

Маркшейдерские работы на объектах Костомукшского месторождения железистых кварцитов должны осуществляться на основании лицензии на производство маркшейдерских работ, выданной региональным управлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

Все технические и организационные решения, принятые в проекте с учетом рационального использования недр в конкретных горнотехнических и экономико-географических условиях, исключает выборочную отработку.

Размещение отвалов вскрышных пород предусмотрено только на безрудных участках в пределах земельного отвода.

6.2 Сведения о составе специалистов маркшейдерской службы

Все специалисты маркшейдерской службы должны иметь квалификацию, соответствующую занимаемой должности. Штат должен быть полностью укомплектован. Все работники должны проходить обучение и аттестацию по охране недр и промышленной безопасности, курсы повышения квалификации по специальности маркшейдерское дело.

Обеспеченность маркшейдерскими и геодезическими приборами, инструментами и вычислительной техникой

Техническое оснащение маркшейдерской службы измерительными геодезическими приборами и инструментами, компьютерами, программным обеспечением и другими принадлежностями должно быть достаточным для выполнения текущих маркшейдерских работ, должно быть представлено в достаточном количестве, отвечать современным требованиям к техническим устройствам, обеспечивать необходимую точность измерения и обработки данных. Должно производиться своевременное метрологическое обслуживание измерительных геодезических приборов и инструментов.

Решение маркшейдерских задач маркшейдерской службой, обработка результатов съёмок, ведение производной горно-графической документации должны выполняется на автоматизированных рабочих местах.

Геолого-маркшейдерская служба должна быть обеспечена необходимыми служебными помещениями в административно-бытовом здании.

6.3 Сведения об опорной сети на горных объектах

Все объекты горного производства в границах лицензионного участка месторождения должны быть обеспечены опорными маркшейдерскими сетями регламентируемой точности и достаточного состава. Плотность плановой маркшейдерской опорной сети всех классов и разрядов на территории производственно-хозяйственной деятельности организации, в том числе промышленных площадок в застроенной части, принимают не менее четырех пунктов на 1 км², в незастроенной части - не менее одного пункта на 1 км².

6.4 Задачи геолого-маркшейдерской службы на отвальных работах

В число задач геолого-маркшейдерской службы предприятия на отвальных работах входят:

–выполнение детальной топографической съемки на отвальных участках с одновременным развитием (при необходимости) сети опорных пунктов;

– выносит в натуру границы участков, предназначенных для эксплуатации отвалов;

– разбивает трассы автодорог и первоначальных насыпей согласно проекту;

– трассирование, разбивка и профилирование транспортных коммуникаций на поверхности отвалов;

– периодическая планово-высотная съемка отвалов;

– наблюдения за деформациями отвалов;

–своевременное создание маркшейдерских опорных и съемочных сетей и планов земной поверхности, вынос в натуру проектных горных выработок и объектов строительства, производство пространственно-геометрических измерений горных разработок;

– наблюдение за состоянием горных и земельных отводов, за выполнением планов рекультивации нарушенных земель и оформление необходимых изменений границ отводов по мере отработки запасов; определение опасных зон (обрушения, затопления и т.п.) и выполнение проектных мер по охране выработок, зданий и сооружений;

– участие в составлении проектов на разработку месторождения и годовых планов развития горных работ в части эксплуатационной разведки, подготовки запасов к отработке, мероприятий по охране недр и обеспечению безопасности геолого-маркшейдерских работ;

– ведение и систематическое пополнение установленных форм рабочей и сводной геолого-маркшейдерской документации;

– ведение установленной геологической и маркшейдерской документации, ее сохранение, сохранение маркшейдерских знаков;

– своевременное создание геодезических, маркшейдерских опорных и съемочных сетей, вынос в натуру проектных параметров строительства различных объектов, задание направлений горным выработкам;

– пространственно-геометрические измерения горных разработок, определение их параметров, местоположения и соответствия проектной документации;

– маркшейдерские замеры произведенных горных работ;

– учет и обоснование горных разработок;

– осуществление контроля за состоянием бортов, уступов, откосов отвалов, создание маркшейдерских наблюдательных станций, проведение инструментальных наблюдений за процессами сдвижения горных пород;

– определение опасных зон и мер охраны горных выработок, зданий, сооружений и природных объектов от воздействия работ, связанных с использованием недр на основе проектных мероприятий по наблюдениям за сдвижениями и деформациями массива горных пород месторождения;

– составление годовых планов горных работ, включающих обоснования и технические решения по безопасному и рациональному ведению горных работ, оптимальной концентрации горных работ.

Геолого-маркшейдерской службой осуществляется контроль за состоянием бортов, траншей, уступов, откосов и отвалов в соответствии с Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности (ФНиП) «Правила обеспечения устойчивости бортов и

уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов» (утв. Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 13.11.2020 №439).

Контроль за деформациями бортов и уступов отвалов осуществляется путём организации систематических визуальных и инструментальных маркшейдерских наблюдений. Требования к составу работ по мониторингу устойчивости бортов, уступов, откосов должны учитывать требования Приложения 8 к ФНиП «Правила обеспечения

Не реже одного раза в месяц геолого-маркшейдерской службой должны проводиться систематические визуальные и инструментальные наблюдения за деформациями откосов, изучение геологических и гидрогеологических условий месторождения, структуры и физико-механических свойств горных пород, выявление всех признаков начинающихся деформаций откосов, горнотехнических факторов, влияющих на устойчивость откосов.

При обнаружении признаков сдвижения пород работы должны быть прекращены и могут быть возобновлены только по специальному проекту организации работ, содержащему дополнительные меры безопасности и утвержденному техническим руководителем организации и согласованному с территориальными органами Ростехнадзора.

Маркшейдерские наблюдения включают в себя комплекс работ по созданию наблюдательной сети, производству измерений и камеральной обработке результатов измерений. Для наблюдения за состоянием откосов уступов отвалов и прилегающих территорий предусматривается закладка маркшейдерских реперов по профильным линиям наблюдательных станций на уступах отвалов и на прилегающей поверхности и регулярные контрольные наблюдения маркшейдерской службой.

Маркшейдерская служба несет ответственность за:

– достоверность выполненных объемов горных работ;

– качественное и своевременное пополнение горной графической документации;

– своевременное выполнение работ и составление заявок по созданию маркшейдерской опорной сети;

– качество и достоверность маркшейдерской документации;

–правильность вынесения в натуру геометрических параметров и их выполнение.

Маркшейдерское обслуживание на отвальных работах должна производиться на регулярной основе. Ход работ контролироваться путем съемки верхнего и нижнего рабочих уступов, отвалов.

При рекультивации нарушенных земель маркшейдерская служба выполняет следующие работы:

– осуществляет топографическую съемку нарушенных земель до начала рекультивации, и после ее завершения;

– составляет маркшейдерские планы, связанные с проектированием и выполнением отдельных этапов рекультивационных работ, с указанием на них всех видов нарушений земельной поверхности;

– осуществляет систематический контроль за восстановлением нарушенных земель во времени и пространстве путем сопоставления фактических результатов с данными проекта;

– подготавливает исходные данные для текущего и перспективного планирования рекультивации;

– обеспечивает маркшейдерское обеспечение работ по выполаживанию (или террасированию) откосов;

– участвует в работе комиссии по сдаче землепользователям рекультивируемых земель и подготавливает графический материал к акту передачи восстановленных земель;

– составляет маркшейдерскую отчетность по рекультивационным работам.

6.5 Численность маркшейдерской службы

Маркшейдерскую службу предприятия возглавляет главный маркшейдер. Число ИТР остальных должностных категорий и горнорабочих устанавливают в зависимости от расчетного числа участковых маркшейдеров.

Число участковых маркшейдеров определяется по формуле:

$$N = (N_1+N_2) \times K_1 \times K_2, \text{ чел.} \quad (6.1)$$

где N_1 – число участковых маркшейдеров, необходимых для обеспечения горных работ, выполняемых экскаваторами;

N_2 – число участковых маркшейдеров, необходимых для выполнения специальных работ;

K_1 – коэффициент, вводимый за влияние глубины карьера на трудоемкость маркшейдерских работ (K_1 = 1,3 при глубине карьера более 300 м), максимальная глубина карьерной выемки на конец отработки составит 600 м;

K_2 – коэффициент, вводимый за неблагоприятные условия для горных предприятий, расположенных в районах Крайнего Севера и приравненных к ним районах, на которые распространяются льготы, согласно действующему законодательству, K_2 = 1,2.

Значение N_1 определяется по формуле:

$$N_1 = Np_1 + Np_2 + Np_3 \text{, чел.} \quad (6.2)$$

$$Np_i = \frac{\sum t \times r_i}{p}, чел. \quad (6.3)$$

где t – списочное число однотипных по производительности экскаваторов в определенном технологическом процессе;

r_i – коэффициенты приведения количества экскаваторов в зависимости от вместимости ковша, выбираемые из **табл. 6.1**;

p_1; p_2; p_3 - приведенное нормативное число экскаваторов, для обслуживания которых необходим один участковый маркшейдер. При выемке горной массы при нормальных горнотехнических условиях принимают p_1 = 6, при выемке горной массы уступами или подуступами высотой менее 10 м и при усложненных условиях разработки, существенно увеличивающих трудоемкость маркшейдерских работ, принимают p_2 = 5; для экскаваторов, работающих на отвалах вскрышных пород, принимают p_3 = 12.

Таблица 6.1 - Коэффициенты приведения количества экскаваторов

Вместимость ковша экскаваторов типа мехлопата или драглайн, м³	Коэффициент ri	Техническая производительность многоковшовых и роторных экскаваторов, гидроустановок, м³/ч	Коэффициент ri
<5	1	<500	1
6-10	1,5	501-1500	1,5
11-20	2,0	>1500	2,0
>20	3,0		

Число участковых маркшейдеров N_2 для выполнения специальных маркшейдерских работ, устанавливается из расчета: для выполнения наблюдений за устойчивостью бортов карьера, отвалов и других объектов - один участковый маркшейдер на 5 наблюдательных станций. В рамках настоящего технического проекта проведение рекультивации земель предусматривается на 2382,02 га.

Число участковых маркшейдеров для выполнения специальных маркшейдерских работ (N_2), имеющих временный характер, устанавливается только на период выполнения этих работ. При централизованном выполнении специальных работ штатные единицы участковых маркшейдеров не предусматриваются.

При применении современных приборов и технологий по обработке графической документации численность участковых маркшейдеров снижается на 5-20%, в зависимости от вида и места работ. Расчет числа участковых маркшейдеров на открытых горных работах с учетом задействованного в рамках настоящего технического проекта выемочно-погрузочного оборудования и объема взрываемой горной массы по расчетным периодам приведен в **табл. 6.2**.

Таблица 6.2 - Расчет численности участковых маркшейдеров

Показатель		Ед. изм.	Период отработки													
			2021-2025	**2026-2027**	**2028-2031**	**2032-2033**	**2034-2037**	**2038-2040**	**2041-2042**	**2043-2044**	**2045-2046**	**2047-2049**	**2050**	**2051**	**2052**	**2053**
K1 - коэффициент, вводимый за влияние глубины карьера			1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
K2 - коэффициент, вводимый за неблагоприятные климатические условия			1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
N1– число участковых маркшейдеров, необходимых для обеспечения горных работ, выполняемых экскаваторами			4,6	4,8	5,3	5,1	5,2	4,8	4,3	4,0	3,3	3,0	2,2	1,9	1,4	0,7
ЭКГ-10 (10м³)	ti – списочное число экскаваторов	шт	3,7	0,5	1,1	0,9	0,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ri– коэффициент приведения по вместимости ковша (10м³)		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	p2 - приведенное нормативное число экскаваторов		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
ЭКГ-20КМ (20м³)	ti – списочное число экскаваторов	шт	4,1	4,5	5,1	4,8	5,0	5,4	4,7	4,0	2,5	2,1	2,8	1,8	0,7	0,0
	ri– коэффициент приведения по вместимости ковша (20м³)		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	p2 - приведенное нормативное число экскаваторов		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Komatsu PC1250 (6,7м³)	ti – списочное число экскаваторов	шт	0,2	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	ri– коэффициент приведения по вместимости ковша (10м³)		1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	p2 - приведенное нормативное число экскаваторов		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Hitachi EX2600 (12м³)	ti – списочное число экскаваторов	шт	0,7	0,6	0,7	0,9	0,9	1,5	1,5	1,5	1,3	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0
	ri– коэффициент приведения по вместимости ковша (12м³)		2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	p2 - приведенное нормативное число экскаваторов		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
N3– число участковых маркшейдеров, необходимых для обеспечения специальных работ		шт	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
наблюдение за сдвижением на 5-ти набл. ст. (один участковый маркшейдер на 5 набл. ст.)			1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
рекультивация земель (один участковый маркшейдер на площадь 50га) (из расчета равномерного распределения объемов рекультивации на 2382,02га на 33 года эксплуатации)			1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
N - число участковых маркшейдеров		шт	13,6	14,5	15,5	15,2	15,4	14,6	13,6	12,7	11,0	10,2	8,5	7,7	6,4	4,7
С учетом снижения на 5-20% за счет применения современных приборов и комп.технологий			10,9	11,6	12,4	12,2	12,3	11,7	10,8	10,2	8,8	8,2	6,8	6,2	5,1	3,8
N - число участковых маркшейдеров (округлен.)*		шт	**11**	**12**	**13**	**12**	**13**	**12**	**11**	**10**	**9**	**8**	**7**	**6**	**5**	**4**
Число горнорабочих на маркшейдерских работах		шт	**11**	**12**	**13**	**12**	**13**	**12**	**11**	**10**	**9**	**8**	**7**	**6**	**5**	**4**
Примечание* - В соответствии с п. 11 «Методических рекомендаций по расчету численности рабочих в проектах шахт», утв. Министерством угольной промышленности СССР, 26.03.1990г., если при расчете численности рабочих по методическим рекомендациям получено дробное число, то округление производится следующим образом: дробная часть до 0,2 включительно отбрасывается, а часть больше 0,2 принимается за единицу.																

6.6 Геолого-маркшейдерская документация

Пользователь недр ведет необходимую маркшейдерскую документацию, состоящую из журналов измерений, вычислительной и графической документации. Ведение вычислительной и графической документации выполняется при помощи компьютерных технологий. Маркшейдерская документация хранится в маркшейдерской службе предприятия. Порядок учета, хранения и пользования документацией регламентируется требованиями нормативных документов.

Журналы измерений, вычислительная и графическая документация периодически проверяются главным маркшейдером организации (не реже 1 раза в год, с обязательной отметкой), а при ведении горных работ вблизи и в пределах опасных зон – непосредственно после выполнения маркшейдерских работ.

Маркшейдерская графическая документация составляется и вычерчивается в соответствии с установленными требованиями. Планы горных выработок на открытых горных работах пополняются не реже одного раза в месяц.

На основании действующих нормативных документов геологическая и маркшейдерская службы карьера должны иметь необходимую документацию:

– каталог координат скважин;

– журнал замеров притока воды в горные выработки;

– журнал наблюдений за устойчивостью откосов, уступов и отвалов, за состоянием дна карьера и площадок уступов;

– каталог координат и высот пунктов маркшейдерской опорной геодезической сети;

– книги маркшейдерских указаний и уведомлений;

– журналы тахеометрической съемки;

– журнал расчета обратных геодезических засечек;

– книга учета журналов тахеометрической съемки и журналов расчета обратной геодезической засечки;

– журнал поверок тахеометров.

Пополняемая маркшейдерская графическая документация включает планы земной поверхности, отражающие рельеф и ситуацию территории производственно-хозяйственной деятельности организации, планы горных выработок и иные чертежи (карты, планы, вертикальные и горизонтальные разрезы, проекции на вертикальную плоскость и пространственные проекции и др.). Перечень маркшейдерской графической документации пользователей недр приведен в **табл. 6.3.**

Таблица 6.3 - Перечень графической документации

№№ п/п	Наименование документации	Масштаб
1	Чертежи, отражающие рельеф и ситуацию земной поверхности	
1.1	План земной поверхности территории производственно-хозяйственной деятельности горного предприятия	1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10000
1.2	План застроенной части земной поверхности (города, поселка)	1:1000, 1:2000, 1:5000
1.3	План промышленной площадки	1:500, 1:1000, 1:2000
1.4	План участка земной поверхности, отведенный под склады полезного ископаемого	1:200, 1:500, 1:1000
1.5	План внешних отвалов вскрышных пород	1:2000, 1:5000
1.6	План гидроотвалов, шламо- и хвостохранилищ (при наличии)	1:2000, 1:5000
1.7	План участка рекультивации земель, нарушенных горными разработками	1:2000, 1:5000
1.8	Картограмма расположения планшетов съемки земной поверхности	Не регламентируется
1.9	Совмещенный план горных выработок и земной поверхности	1:2000, 1:5000
2	Документация, отражающая обеспеченность горного предприятия пунктами маркшейдерской опорной геодезической и съемочной сетей	
2.1	План расположения пунктов маркшейдерской опорной сети на земной поверхности	Не регламентируется
2.2	План расположения пунктов разбивочной сети (для строительной организации)	Не регламентируется
2.3	Абрисы и схемы конструкции реперов и центров пунктов опорной сети	Не регламентируется
3	Чертежи отводов горного предприятия	
3.1	План земельного отвода горного предприятия	В масштабе плана 1.1
3.2	План горного отвода горного предприятия и разрезы к нему	В масштабе плана 1.1
4	Чертежи горных выработок, отражающие вскрытие, подготовку и разработку месторождения	
4.1	Планы горных выработок по горизонтам горных работ	1:1000, 1:2000
4.2	Сводный план горных выработок (составляют на основе плана 4.1)	1:1000, 1:2000, 1:5000
4.3	Разрезы горных выработок карьера вкрест простирания или по поперечным направлениям, приуроченным к разведочным	1:1000, 1:2000, 1:5000
4.4	Разрезы горных выработок по направлениям подвигания фронта работ (при подсчете объемов выемки горной массы способом вертикальных сечений)	В масштабе плана 4.1
4.5	Картограмма расположения планшетов съемки горных выработок	Не регламентируется

Графическая геологическая документация составляется на основе маркшейдерских планов с соблюдением принятых для горной графической документации условных обозначений, рабочая геологическая и маркшейдерская документация пополняется по мере накопления фактического материала, но не реже одного раза в месяц. Сводная геологическая и маркшейдерская документация пополняется ежеквартально.

Первичная геологическая документация представляет важнейшую информацию для уточнения запасов, качества руды и морфологии рудных тел, что в свою очередь, дает возможность повышения эффективности ведения эксплуатационных и разведочных работ.

7 ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

7.1 Обеспечение требований промышленной безопасности

Горные работы предусматривается производить в соответствии с требованиями:

– Федерального закона «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ)

– Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности (далее ФНиП) «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твёрдых полезных ископаемых» (утв. Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору. Приказ № 505 от 8 декабря 2020 год);

– ФНиП «Правила безопасности в угольных шахтах» (утв. Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору. Приказ № 507 от 08.12.2020);

– СП 37.13330.2012. «Свод правил. Промышленный транспорт» (актуализированная редакция СНиП 2.05.07-91*) и других нормативных документов по безопасному ведению работ, а также выполнения предусмотренных проектом специальных мероприятий по технике безопасности, обусловленных спецификой производственных участков.

В соответствии с ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты, на которых ведутся горные работы и переработка полезных ископаемых, в установленном законодательством Российской Федерации порядке обязаны:

– организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности, разрабатывать положения о производственном контроле. Ответственность за организацию производственного контроля несет руководитель организации, эксплуатирующей опасный производственный объект. Ответственность за осуществление производственного контроля несут должностные лица, на которых возложена ответственность за осуществление производственного контроля. В установленных законодательством Российской Федерации случаях организации, ведущие горные работы и работы по переработке полезных ископаемых, обязаны разрабатывать системы управления промышленной безопасностью;

– заключать договоры обязательного страхования гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда;

– разрабатывать планы мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий;

– заключать договоры на обслуживание с профессиональными аварийно-спасательными формированиями (службами), а в случаях, установленных законодательством

Российской Федерации, создавать собственные профессиональные аварийно-спасательные формирования (службы), вспомогательные горноспасательные команды.

Важнейшим элементом системы управления промышленной безопасностью на опасных производственных объектах является организация на предприятии производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности в соответствии с требованиями «Правил организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте», утверждённых постановлением Правительства РФ №263 от 10.03.99 г. (в ред. Постановления Правительства РФ от 30.07.2014 г. №726).

7.2 Обеспечение безопасности при ведении отвальных работ

Создание безопасных условий ведения горных работ на отвале предусматривается за счет следующих технических решений:

– формирования в рабочей зоне отвала рабочих площадок и уступов с расчетными параметрами на ярусах размещения горно-транспортного оборудования и соответствующих коммуникаций;

– строгого соблюдения правил техники безопасности в процессе производства работ на принятом в проекте выемочно-погрузочном и транспортном оборудовании;

– формирования автомобильных транспортных коммуникаций с параметрами, соответствующими требованиям СП 37.13330.2012 Свод правил. Промышленный транспорт;

– обеспечения безопасности при постановке уступов и бортов отвалов в конечное положение;

Отвальные работы должны производиться на основе паспорта бульдозерного отвала, составленного в соответствии ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых». В паспорте указываются допустимые размеры рабочих площадок, берм, углов откоса, высоты ярусов, расстояний от горного и транспортного оборудования до бровок, расположение предохранительных валов, ЛЭП, принципиальные схемы размещения оборудования на ярусе отвала, включающие в себя схемы подъезда, разгрузки и разворота технологического автотранспорта.

Высота породных отвалов и отвальных ярусов, углы откоса и призмы обрушения, скорость продвижения фронта отвальных работ устанавливаются проектом в зависимости от физико-механических свойств пород отвала и его основания, способов отвалообразования и рельефа местности. Допускается формирование подъярусов, не превышающих высоту отвального яруса и отвечающих требованиям п. 1046 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых».

Согласно п. 1016 - 1017 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», площадки бульдозерных отвалов и перегрузочных пунктов должны иметь по всему фронту разгрузки поперечный уклон не менее 3°, направленный от бровки откоса в глубину отвала на длину базы работающих самосвалов, и необходимый фронт для маневровых операций автомобилей, автопоездов, бульдозеров и другой техники.

Запрещается складирование снега в породные отвалы. Для нормальной и безопасной работы в зимнее время при возникновении снежных заносов перед началом работ должна быть предусмотрена предварительная зачистка рабочей площадки отвала.

В соответствии с п. 1020 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», геолого-маркшейдерской службой организации должен быть организован систематический контроль за устойчивостью отвалов и инструментальные наблюдения за деформациями всей площади отвала. Частота наблюдений, количество профильных линий и их протяженность, расположение, типы грунтовых реперов и расстояние между ними, методы и способы наблюдений и оценки их результатов определяются проектом наблюдательной станции или проектом производства маркшейдерских работ.

При появлении признаков оползневых явлений и в случае превышения скоростей деформации, заложенной в проектной документации, работы по отвалообразованию должны быть прекращены до разработки мероприятий по безопасному ведению горных работ, утвержденных техническим руководителем организации.

Работы возобновляются после положительных контрольных замеров скоростей деформаций с разрешения технического руководителя организации.

Карьерные дороги должны располагаться за пределами границ скатывания кусков породы с откосов отвалов.

На отвалах должны устанавливаться знаки, предупреждающие об опасности нахождения людей на откосах, вблизи их основания и в местах разгрузки транспортных средств.

7.3 Обеспечение безопасности работы карьерного транспорта

Автомобили и другие транспортные средства должны разгружаться на отвале в местах, предусмотренных паспортом. При этом ближняя к откосу точка опоры транспортного средства должна находиться вне призмы обрушения (сползания) породы. Размеры призмы обрушения должны устанавливаться работниками маркшейдерской службы и регулярно доводиться до сведения персонала. Все работающие на отвале и перегрузочном пункте должны быть ознакомлены с паспортом под роспись.

На отвалах должны устанавливаться схемы движения автомобилей. Зона разгрузки должна быть ограничена с обеих сторон знаками в виде изображения самосвала с поднятым кузовом с указателями направления разгрузки. По всему фронту в зоне разгрузки должен быть сформирован предохранительный вал, высотой не менее 0,5 диаметра колеса автомобиля максимальной грузоподъемности, применяемого в данных условиях. Предохранительный вал служит ориентиром для водителя.

Запрещается наезжать на предохранительный вал при разгрузке. При отсутствии такого вала и его высоте менее требуемой, запрещается подъезжать к бровке отвала ближе чем на 5 м или ближе расстояния, указанного в паспорте.

В темное время суток зона разгрузки должна быть освещена.

Запрещается разгрузка самосвалов и работа бульдозера в пределах призмы обрушения или при подработанном экскаватором откосе уступа (яруса).

При необходимости движения автотранспорта по межъярусным бермам следует обеспечить безопасные условия движения транспорта от возможного скатывания кусков породы на проезжую часть созданием предохранительного вала со стороны откоса отвала.

Все механизмы, работающие на отвалах, и персонал обеспечиваются радиостанциями.

7.4 Техника безопасности и охрана труда

Для контроля безопасных методов выполнения работ и соблюдения работниками требований охраны труда на предприятии предусмотрена служба охраны труда и техники безопасности.

Служба охраны труда:

– организует работу по обеспечению выполнения работниками требований охраны труда;

– контролирует соблюдение работниками законов и других нормативных актов по охране труда, коллективного договора или соглашения по охране труда;

– контролирует обязательное проведение инструктажа по безопасности труда, обучение безопасным методам и приемам выполнения работ всех поступающих на работу, а также работников, переводимых на другие работы, наличие на рабочих местах и знание инструкций по безопасному ведению технологических процессов, безопасному обслуживанию и эксплуатации машин и механизмов;

– организует профилактическую работу по предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний и заболеваний, обусловленных производственными факторами;

– информирует и консультирует работников предприятия, в том числе его руководителей, по вопросам безопасности и охраны труда;

– изучает и распространяет передовой опыт по охране труда, проводит постоянную работу по улучшению условий труда;

– контролирует регулярность проведения инструктажей по безопасности (первичного, повторного и т.д.) и проведение ежегодной проверки знаний рабочих по безопасности; результаты проверок оформляются протоколами с записью в журналы инструктажа и личные карточки рабочих;

– проводит оценку травматической безопасности производственного оборудования, приспособлений и инструмента, соответствия их требованиям нормативных актов.

На предприятии предусматривается постоянное проведение следующих мероприятий:

– контроль и поддержание устойчивости бортов отвальных ярусов;

– пылеподавление на дорогах и отвалах;

– меры по уменьшению влияния шума и вибрации. Конструкции машин обеспечивают уровень вибрации и шума на рабочих местах в соответствии с санитарными нормами и правилами;

– освещение в темное время суток всех мест погрузки и разгрузки, траншей, а также карьерных автодорог;

– очистка автодорог от снега и льда в зимнее время и посыпка их песком или специальным составом. В летний период года – полив автодорог водой, для предотвращения пылеобразования;

– обеспечение работников индивидуальными средствами защиты (СИЗ) в соответствии с действующими типовыми и отраслевыми нормами.

Доставка рабочих к месту работ организована на специально оборудованном для этой цели транспорте. Маршруты и скорость перевозки людей утверждаются техническим руководителем организации.

Коллективные и индивидуальные средства защиты трудящихся

Коллективные средства предусматривают защиту всех или значительной части трудящихся от воздействия вредных производственных факторов и направлены на обеспечение гигиенических условий труда на рабочих местах в соответствии с требованиями нормативной документацией РФ.

К коллективным средствам защиты трудящихся относятся:

– естественное и искусственное освещение в местах производства работ в соответствии с требованиями СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение;

– мероприятия по защите от шума в соответствии с требованиями СП 51.13330.2011;

– использование в проекте производственного оборудования и рабочего инструмента, имеющих гигиенические сертификаты, а также технологических процессов, отвечающих требованиям СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда» (утв. Постановлением 40 от 2 декабря 2020 года, действует с 01.01.2021 по 31.12.2026г.);

– проведение пылеподавления путём орошения водою зон работ в карьере (забоев) и технологических автодорог;

– регулярная очистка от пыли машин, механизмов и оборудования;

– выделение цветовым оформлением опасных мест, нависающих конструкций, устройство ограждений движущихся частей оборудования и механизмов, установка предупреждающих, указательных и запрещающих знаков.

Индивидуальные средства защиты (СИЗ) предусматриваются для всех работающих, подвергающихся воздействиям вредных факторов.

7.5 Меры по уменьшению влияния шума и вибрации

Конструкции горных машин обеспечивают уровень вибрации и шума на рабочих местах в соответствии с санитарными нормами и правилами. В паспортах горных машин указываются величины и характеристика шума и вибрации при их работе, а также оптимальный режим работы.

7.6 Мероприятия по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Состав атмосферы объектов горных работ должен отвечать установленным нормативам по содержанию основных составных частей воздуха и вредных примесей (пыль, газы) с учетом действующих стандартов.

Проветривание объектов ведения открытых горных работ должно осуществляться в соответствии с проектной документацией. Воздух рабочей зоны должен содержать не менее 20 % кислорода и не более 0,5 % углекислого газа и не должен содержать ядовитых газов больше предельно допустимых концентраций.

Места отбора проб и их периодичность устанавливаются графиком, утвержденным техническим руководителем организации, но не реже одного раза в квартал и после каждого изменения технологии работ.

В местах выделения газов и пыли должны быть предусмотрены мероприятия по борьбе с пылью и газами. В случаях, когда применяемые средства не обеспечивают необходимого снижения концентрации вредных примесей, должна осуществляться герметизация кабин экскаваторов, буровых станков, автомобилей и другого оборудования с

подачей в них очищенного воздуха и созданием избыточного давления и обслуживающий персонал должен быть обеспечен индивидуальными средствами защиты органов дыхания.

Если работа автомобилей, бульдозеров, тракторов и других машин с двигателями внутреннего сгорания сопровождается образованием концентраций ядовитых примесей выхлопных газов в рабочей зоне, превышающей ПДК, должны применяться каталитические нейтрализаторы выхлопных газов.

При обнаружении на рабочих местах вредных газов в концентрациях, превышающих допустимые величины, работу необходимо приостановить и вывести людей из опасной зоны.

Организация должна обеспечить систематический контроль за содержанием вредных примесей в выхлопных газах.

Проектом предусмотрены мероприятия по уменьшению выбросов загрязняющих веществ от проектируемых объектов. К основным направлениям воздухоохранных мероприятий относятся мероприятия, направленные на сокращение объемов выбросов и снижение их приземных концентраций. Для снижения загрязнения атмосферного воздуха на объектах предприятия планируются следующие мероприятия:

– минимизация количества выбрасываемых в атмосферу вредных веществ за счет использования современного технологического оборудования;

– установление технологического режима, позволяющего максимально снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (применение горнотранспортного оборудования с высокими показателями единичной мощности агрегатов, использование прогрессивной технологии ведения горных работ);

– систематическое наблюдение за техническим состоянием горнотранспортного оборудования;

– использование средств и методов пылеподавления на отвалах породы и на автодорогах;

– размещение отвалов с учетом природных факторов, минимизация пылящих поверхностей;

– организация и соблюдение санитарно-защитной зоны предприятия (соблюдение санитарного режима на данной территории);

Данные об эффективности применения мероприятий по пылеподавлению приведены в **табл.7.1**.

Таблица 7.1 - Данные об эффективности мероприятий по пылеподавлению

Источник выделения загрязняющих веществ в атмосферу	Вид пылеподавления	Эффективность пылеподавления, %
4. Транспорт автомобильный	Полив автодорог	90
5. Поверхность отвалов	Орошение зоны оседания пыли отвалов	85

Данные об эффективности пылеподавления приняты на основании «Методики расчета вредных выбросов (сбросов) для комплекса оборудования открытых горных работ (на основе удельных показателей)»: Люберцы, 1999 г.

Использование пылегазоочистного оборудования проектом не предусмотрено, поскольку все источники карьера являются неорганизованными.

Для снижения пылеобразования на автомобильных дорогах при положительной температуре воздуха должна проводиться поливка дорог водой с применением при необходимости связующих добавок.

Контроль за осуществлением мероприятий по борьбе с пылью, соблюдением установленных норм по составу атмосферы, радиационной безопасности на объекте открытых горных работ возлагается на руководство эксплуатирующей организации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 27751-2014 «Надёжность строительных конструкций и оснований».

2. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров. ВНИМИ 1972.

3. Рекомендации по расчёту устойчивости скальных откосов. Москва, 1986, 52 с.

4. СП 116.13330.2012 «Инженерная защита территорий зданий и сооружений от опасных геологических процессов».

5. СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах».

6. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности. «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов».

7.Технический отчёт по результатам инженерно-геологических изысканий “А81-21А_1-ИГИ”, 2021

8.Технический отчёт по результатам инженерно-геологических изысканий “А81-21А_2-ИГИ”, 2021

9. Заключение. №63. От 01.04.2021. Разработка рекомендаций по устойчивым параметрам откосов уступов, бортов карьера и ярусов отвалов Центрального участка Костомукшинского месторождения.

10. Bentley. Plaxis Material Models Manual, 2021.

Приложение 1

«Общество с ограниченной ответственностью
«СОВРЕМЕННЫЕ ИЗЫСКАТЕЛЬСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»
Ltd «Advanced Survey Technologies»
117638, Москва, ул. Фруктовая, д.16. www.geoast.pro, info@geoast.pro, +7 (925) 664 59 28
ОГРН 1117746608616, ИНН 7727756515, КПП 772701001

№1 от 11.05.2021

Приложение к сертификату соответствия программного комплекса «Rocscience» для геотехнических расчетов в строительстве и горнодобывающей отрасли

Подлинность лицензии

Компания **ООО «Современные изыскательские технологии»,** являясь официальным представителем компании **Rocscience Inc.** в России, подтверждает **подлинность лицензии № 19664-001** на программное обеспечение **Slide 2018** программного комплекса **«Rocscience»** с бессрочным сроком действия, выданной компании **ООО «Спб-Гипрошахт», ИНН 7841318330, КПП 781301001.**

Генеральный директор
ООО «Современные изыскательские технологии» Горобцов Д.Н.

Приложение 2

150620

Общество с ограниченной ответственностью
Группа компаний
«Комплексное Сопровождение Бизнеса»
(ООО ГК «КСБ»)
ОГРН: 5177746161940
ИНН: 7719473626 КПП: 771901001
Адрес: 105187, г. Москва, Окружной проезд, дом 18, этаж 2, помещение I, комната № 14.

СОГЛАСОВАНО
ПИСЬМОМ ОТ 20.11.2020 № 47079-ИР/03
МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала в г. Костомукша -
Генеральный директор АО «Карельский окатыш»,
Генеральный директор АО «Олкон»

_____ М.А Воробьев
М.П. (подпись)
«27» октября 2020 г.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

на проектирование и строительство автомобильных дорог и проездов для гусеничной техники Объекта «Карьер Костомукшский АО «Карельский окатыш»

по адресу: Российская Федерация, Республика Карелия, Костомукшский городской округ, Костомукшское месторождение железистых кварцитов

Согласовано:

Главный инженер
АО «Карельский окатыш» _____ З.С. Павлов

Разработано:

Генеральный директор
ООО ГК «КСБ» _____ А.Ю. Елизарьев
М.П.

Москва 2020

1505/20

Общество с ограниченной ответственностью
Группа компаний
«Комплексное Сопровождение Бизнеса»
(ООО ГК «КСБ»)
ОГРН: 5177746161940 ИНН: 7719473626
КПП: 771901001
Адрес: 105187, г. Москва, Окружной проезд, дом 18, этаж 2, помещение I, комната № 14.

СОГЛАСОВАНО
ПИСЬМОМ ОТ 20.11.2020 № 47182-ИТ/03
МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала в г. Костомукша -
Генеральный директор АО «Карельский окатыш»,
Генеральный директор АО «Олкон»

_____ М.А Воробьев
М.П. (подпись)
«02» октября 2020 г.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

на проектирование и строительство автомобильных дорог объекта «Карьер Корпанга АО «Карельский окатыш»

по адресу: Российская Федерация, Республика Карелия, Костомукшский городской округ, Корпангское месторождение железистых кварцитов

Согласовано:

Главный инженер
АО «Карельский окатыш» _____ З.С. Павлов

Разработано:

Генеральный директор
ООО ГК «КСБ» _____ А.Ю. Елизарьев
М.П.

Москва 2020

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в док.	Номер док.	Подп.	Дата
	изменён-ных	заменён-ных	новых	аннули-рованных				