

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРЕДПРИЯТИЙ
УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

«СПБ-ГИПРОШ ▲ ХТ»



АО «ОЛКОН»

**ОТРАБОТКА ЗАПАСОВ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД ПЕЧЕГУБСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 6. Технологические решения

Часть 2. Горно-технические решения

Книга 1. Текстовая часть

П12179-10.02.1-ТР

Том 10.2.1

Технический директор

Главный инженер проекта



А.А. Подосенов

О.С. Малова

**Санкт-Петербург
2024**

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
ОТДЕЛ ОТКРЫТЫХ РАБОТ		
Начальник отдела	Н.С. Аврамова	
Начальник сектора	И.А. Ишкулова	
Руководитель группы	К.П. Бонерт	
Ведущий инженер-проектировщик	А.В. Уздяева	
Инженер-проектировщик 1 категории	К.В. Климов	
ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ		
Руководитель группы	Т.А. Савина	

СОДЕРЖАНИЕ

Список исполнителей	2
Содержание.....	3
Информация об исполнителе работы	15
Состав проектной документации.....	16
Перечень чертежей.....	17
1 Основание для проектирования.....	18
2 Основные требования, предъявляемые к основным техническим решениям.....	19
3 Краткие сведения о районе месторождения	20
3.1 Географическое положение.....	20
3.2 Климатические условия.....	20
3.3 Сведения о сейсмичности района расположения месторождения	20
Рисунок 3.1 - Расположение объекта на карте общего сейсмического районирования ОСР-2015-А.....	21
4 Геологическое строение и запасы участка проектирования	22
4.1 Геологическая изученность карьерного поля.....	22
4.2 Краткая геологическая характеристика месторождения.....	24
4.3 Гидрогеологические условия	25
Таблица 4.1 – Результаты опытно-фильтрационных работ 2020-2021 г.г.....	29
4.3.1 Гидрохимические условия подземных и поверхностных вод	30
Таблица 4.2 – Результаты лабораторных исследований проб подземных вод Печегубского месторождения	30
4.4 Состояние запасов и кондиции	31
Таблица 4.3 - Сводная таблица подсчета запасов Печегубского месторождения	31
4.5 Характеристика полезного ископаемого	32
Таблица 4.4 - Химический состав руды Печегубского месторождения	32
Таблица 4.5 - Минеральный состав руды Печегубского месторождения	33
4.6 Попутные полезные ископаемые и полезные компоненты.....	33
4.7 Отходы производства.....	34
5 Краткая характеристика горнотехнических условий	35
6 Границы и запасы участка проектирования	36
6.1 Существующее положение, параметры карьера	36
Рисунок 6.1 - Фактическое положение горных работ по состоянию на 01.01.2023 г.	36
Таблица 6.1 - Параметры Печегубского карьера на конец I этапа и на конец отработки.....	37
6.2 Геологические запасы.....	37

Таблица 6.2 - Запасы, принятые для проектирования	37
6.3 Обоснование граничного коэффициента вскрыши.....	38
7 Устойчивость уступов, бортов карьера и отвалов вскрышных пород.....	39
7.1 Физико-механические свойства пород и руд	39
Таблица 7.1 – Физико-механические свойства нескальных грунтов	40
Таблица 7.2 – Физико-механические свойства скальных грунтов	41
Таблица 7.3 – Физико-механические свойства основных разновидностей пород.....	41
Таблица 7.4 – Физико-механические характеристики пород внешнего отвала и его основания	41
7.2 Расчёт устойчивости уступов и бортов карьера.....	42
7.2.1 Оценка физико-механических свойств пород в массиве	42
Таблица 7.5 – Физико-механические свойства обводнённых пород в массиве	43
7.2.2 Нагрузки и воздействия	43
7.2.3 Расчётные сечения бортов карьера.....	43
Рисунок 7.1 - План расположения сечений бортов карьера.....	44
Рисунок 7.2 - Разрезы карьера по профильным линиям 1 – 1, 2 – 2 и 11 – 11	45
7.2.4 Общие расчётные положения оценки устойчивости	45
7.2.5 Обоснование коэффициента запаса по устойчивости	45
Таблица 7.6 – Нормативное значение коэффициента запаса устойчивости	46
7.2.6 Расчётная (численная) модель оценки устойчивости бортов карьера	46
Таблица 7.7 – Физико-механические свойства пород в расчетных моделях	47
Рисунок 7.3 - Сечение карьера по профильной линии 1-1	47
Рисунок 7.4 - Сечение карьера по профильной линии 2-2.....	47
Рисунок 7.5 - Сечение карьера по профильной линии 3-3	48
Рисунок 7.6 - Сечение карьера по профильной линии 4-4.....	48
Рисунок 7.7 - Сечение карьера по профильной линии 5-5.....	49
Рисунок 7.8 - Сечение карьера по профильной линии 6-6.....	49
Рисунок 7.9 - Сечение карьера по профильной линии 7-7	50
Рисунок 7.10 - Сечение карьера по профильной линии 8-8.....	50
Рисунок 7.11 - Сечение карьера по профильной линии 9-9.....	51
Рисунок 7.12 - Сечение карьера по профильной линии 10-10.....	51
Рисунок 7.13 - Сечение карьера по профильной линии 11-11	51
7.2.7 Результаты оценки устойчивости бортов карьера	52
Таблица 7.8 – Значения коэффициентов запаса для бортов карьера	52
Рисунок 7.14 - План с результатами расчётов устойчивости бортов карьера.....	53

Рисунок 7.15 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 1-1.....	54
Рисунок 7.16 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 2-2.....	55
Рисунок 7.17 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 3-3.....	55
Рисунок 7.18 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 4-4.....	56
Рисунок 7.19 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 5-5.....	57
Рисунок 7.20 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 6-6.....	58
Рисунок 7.21 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 7-7.....	58
Рисунок 7.22 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 8-8.....	59
Рисунок 7.23 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 9-9.....	60
Рисунок 7.24 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 10- 10..	60
Рисунок 7.25 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 11- 11..	61
7.2.8 Основные выводы по результатам оценки устойчивости	61
7.3 Расчёт устойчивости отвалов	62
7.3.1 Факторы, влияющие на устойчивость отвалов и их элементов.....	62
Рисунок 7.26 - Отвал вскрышных пород на конец формирования.....	67
7.3.2 Геомеханическое обоснование параметров, обеспечивающих устойчивость внешнего отвала вскрышных пород	68
Рисунок 7.27 - Горно-геометрическая модель пространственного поля размещения угла наклона основания внешнего отвала Печегубского месторождения.....	70
Таблица 7.9 - Параметры внешнего отвала вскрышных пород.....	72
7.3.3 Расчет ширины призмы возможного обрушения для нагруженных ярусов отвала	72
Рисунок 7.28 - Схема к расчету устойчивости откоса с учетом допустимых нагрузок	72
Рисунок 7.29 - Форма в плане вероятной призмы обрушения при нагрузке горным оборудованием.....	74
Таблица 7.10 - Технические характеристики горного оборудования на отвале	74
Таблица 7.11 - Ширина призмы возможного обрушения ярусов внешнего отвала Печегубского месторождения.....	76
Таблица 7.12 - Ширина призмы возможного обрушения ярусов внешнего отвала при различной нагрузке горным оборудованием	77
Рисунок 7.30 - Форма в плане вероятной призмы обрушения при нагрузке горным оборудованием.....	78
7.3.4 Рекомендации и мероприятия, повышающие устойчивость отвала	78
Рисунок 7.31 - Участки внешнего отвала сезонно (голубой цвет) и постоянно (синий цвет) подтопленные в естественных условиях.....	79

Рисунок 7.32 - Заболоченные или обводненные участки с отрицательной формой рельефа (отображены штриховкой)	80
Рисунок 7.33 - Схема водоотводной канавы с фильтрующим заполнителем	81
Рисунок 7.34 - Схема наслоенного дренажа	81
Рисунок 7.35 - 3D модель внешнего отвала и его основания	84
Рисунок 7.36 - Расположение профильных линий в плане	85
Таблица 7.13 - Оценка соответствия проектных параметров отвала рекомендуемым по условию устойчивости.....	86
Рисунок 7.37 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения северо-западной части отвала по профилю 1-1	89
Рисунок 7.38 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения северо-восточной части отвала по профилю 2-2.....	90
Рисунок 7.39 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения юго-западной части отвала по профилю 3-3.....	91
Рисунок 7.40 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения северо-восточной части отвала по профилю 3-3.....	92
Рисунок 7.41 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения юго-западной части отвала по профилю 4-4.....	93
Рисунок 7.42 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения северо-восточной части отвала по профилю 4-4.....	94
Рисунок 7.43 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения северо-восточной части отвала по профилю 5-5.....	95
Рисунок 7.44 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения западной части отвала по профилю 6-6	96
Рисунок 7.45 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения восточной части отвала по профилю 6-6	97
Рисунок 7.46 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения юго-восточной части отвала по профилю 7-7.....	98
Рисунок 7.47 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения юго-восточной части отвала по профилю 8-8.....	99
Рисунок 7.48 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения северо-западной части отвала по профилю 9-9.....	100
Рисунок 7.49 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения юго-восточной части отвала по профилю 9-9.....	101

Рисунок 7.50 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения юго-западной части отвала по профилю 10-10.....	102
Рисунок 7.51 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения северо-западной части отвала по профилю I-I	103
Рисунок 7.52 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения северо-восточной части отвала по профилю II-II.....	104
Рисунок 7.53 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения юго-восточной части отвала по профилю III-III.....	105
Рисунок 7.54 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения юго-западной части отвала по профилю IV-IV	106
Таблица 7.14 - Результаты геомеханической оценки проектного положения отвала.....	107
7.3.5 Выводы оценки устойчивости отвала	107
8 Расчет потерь и засорения.....	109
8.1 Общие положения	109
Рисунок 8.1 - Схема отработки согласных контактов рудного тела с вмещающими породами	111
Рисунок 8.2 - Схема отработки несогласных контактов рудного тела с вмещающими породами	111
8.2 Нормирование потерь и засорения руды при добыче	111
Таблица 8.1 – Исходные данные.....	113
Таблица 8.2 – Расчёт браковочного содержания железа по горизонтам	115
Таблица 8.3 – Расчет нормативного коэффициента K_i по горизонтам.....	116
Таблица 8.4 – Расчет потерь и засорения при отработке контактов, технологических и эксплуатационных потерь и засорения по горизонтам	117
Таблица 8.5 –Сводная таблица потерь и засорения руды в рамках I этапа с 01.01.2023 г. до 31.12.2032 г.	118
Таблица 8.6 –Сводная таблица потерь и засорения руды с 01.01.2023 г. до конца отработки	119
8.3 Мероприятия по снижению потерь и разубоживания	120
9 Проектная мощность.....	121
Таблица 9.1 - Площадь рудного тела и запасы по горизонтам	121
Таблица 9.2 - Расчет производительности карьера.....	122
10 Режим работы карьера и общая организация работ	123
10.1 Режим работы	123
10.2 Порядок отработки.....	123

Рисунок 10.1 – Схема Печегубского карьера	124
11 Вскрытие карьера	126
12 Система разработки	127
12.1 Общие сведения.....	127
12.2 Выбор системы разработки	127
12.3 Элементы системы разработки	128
12.3.1 Высота и углы откосов уступов	129
Рисунок 12.1 - Схема к расчету максимальной мощности обрабатываемого слоя применяемыми гидравлическими экскаваторами.....	131
Рисунок 12.2 - Схема к расчету максимальной мощности обрабатываемого слоя применяемым фронтальным погрузчиком САТ 992К.....	131
Таблица 12.1 - Основные параметры системы разработки	132
12.4 Технологические схемы ведения горных работ	132
12.4.1 Отработка рыхлых отложений.....	132
Рисунок 12.3 - Технологическая схема ведения горных работ при отработке рыхлой вскрыши	134
Таблица 12.2 - Элементы системы разработки при отработке рыхлой вскрыши	135
12.4.2 Отработка руды и скальных вмещающих пород вскрыши	135
Рисунок 12.4 - Технологическая схема ведения горных работ при отработке руды и скальных вмещающих пород	138
Таблица 12.3 – Параметры технологической схемы отработки скальных вмещающих пород и руды с применением БВР экскаваторами ЭКГ 10 и ЭКГ-15 с погрузкой в автотранспорт	139
12.4.3 Ведение горных работ под высоким уступом. Постановка уступов в предельное положение	139
Таблица 12.4 - Ширина улавливающей полки	140
Рисунок 12.5 – Технологическая схема ведения горных работ под высоким уступом.....	142
Таблица 12.5 –Параметры технологической схемы ведения горных работ под высоким уступом, при постановке рабочих уступов в предельное положение.....	143
12.4.4 Минимальная ширина разрезной траншеи	143
Рисунок 12.6 – Технологическая схема проходки разрезной траншеи.....	144
Таблица 12.6 – Параметры технологической схемы проходки разрезных траншей	145
13 Горно-капитальные вскрышные работы	146
14 Календарный план горных работ.....	147
Таблица 14.1 - Сводный календарный план отработки Печегубского месторождения - I этап	149

15 Буровзрывные работы.....	150
15.1 Горно-геологические условия производства буровзрывных работ	150
15.2 Средства для производства буровзрывных работ	150
Таблица 15.1 - Технические характеристики ВВ «Фортис Эдвантэдж».....	151
15.3 Требования к крупности дробления горной массы.....	152
Таблица 15.2 - Допустимый максимальный размер куска	152
15.4 Параметры буровзрывных работ	153
15.4.1 Расчетный удельный расход	153
15.4.2 Расчёт линии сопротивления по подошве	154
15.4.3 Сетка скважин.....	155
15.4.4 Величина перебура.....	155
15.4.5 Длина забойки	156
15.4.6 Длина заряда	156
15.4.7 Масса заряда в скважине	156
15.4.8 Выход взорванной горной массы	156
15.4.9 Схемы поверхностного монтажа	156
Рисунок 15.1 - Диагональная схема монтажа взрывной сети диагональными рядами и последовательным врубом	157
Рисунок 15.2 - Диагональная схемы монтажа взрывной сети с клиновым фланговым (или центральным) врубом	157
Рисунок 15.3 - Диагональная схема монтажа взрывной сети с трапециевидным фланговым (или центральным) врубом.....	158
15.4.10 Параметры ведения взрывных работ. Основное взрывание	158
Таблица 15.3 - Расчёт параметров буровзрывных работ.....	158
15.5 Расчёт объёмов бурения и количества буровых станков	160
Таблица 15.4 - Расчёт производительности буровых станков СБШ-250МНА-32 и Atlas Copco ROC-L8.....	160
15.6 Дробление негабарита	161
Таблица 15.5 - Расчёт основных параметров площадки для складирования негабарита	161
15.7 Обоснование безопасных расстояний при ведении взрывных работ	162
15.7.1 Расчёт безопасных расстояний по разлёту кусков горной массы	162
Таблица 15.6 - Расчёт взрывоопасных зон по разлёту кусков для людей	163
Таблица 15.7 - Расчёт безопасного расстояния по разлёту кусков горной массы для оборудования и сооружений	164
15.7.2 Расчёт расстояний, безопасных по действию ударной воздушной волны (УВВ)	164

Таблица 15.8 - Параметры для расчёта опасной зоны по действию УВВ на застекление.....	165
15.7.3 Расчёт безопасных расстояний по сейсмическому действию взрыва.....	166
Таблица 15.9 - Расчёт безопасных расстояний по сейсмическому действию	166
Таблица 15.10 - Безопасные расстояния при ведении взрывных работ.....	167
15.8 Параметры ведения взрывных работ в зоне стесненных условий	167
Таблица 15.11 - Физико-механические свойства пород в зоне стеснённых условий.....	168
15.8.1 Расчетный удельный расход	169
15.8.2 Расчёт линии сопротивления по подошве	170
15.8.3 Сетка скважин.....	171
15.8.4 Величина перебура.....	171
15.8.5 Длина забойки	172
15.8.6 Длина заряда	172
15.8.7 Масса заряда в скважине	172
15.8.8 Длина инертного промежутка.....	173
Таблица 15.12 - Значение среднего расстояния между трещинами	173
Таблица 15.13 - Значение поправки, учитывающей относительную длину (в диаметрах) скважинного заряда.....	173
15.8.9 Выход взорванной горной массы	173
15.8.10 Конструкции скважинных зарядов.....	173
Рисунок 15.4 - Конструкция сплошного скважинного заряда.....	174
Рисунок 15.5 - Конструкция скважинного заряда с инертным промежутком	174
15.8.11 Обоснование безопасных расстояний при ведении взрывных работ в зоне стеснённых условий.....	174
15.8.12 Расчёт безопасных расстояний по разлёту кусков горной массы	174
15.8.13 Расчёт безопасных расстояний по сейсмическому действию взрыва в зоне стеснённых условий.....	177
Таблица 15.14 - Применение схем монтажа в зависимости от радиуса опасной зоны, высоты уступа и диаметра скважин	178
15.8.14 Расчёт безопасных расстояний по действию ударной воздушной волны в зоне стеснённых условий	179
Таблица 15.15 - Значение поправки, учитывающей относительную длину (в диаметрах) скважинного заряда.....	180
15.8.15 Расчёты параметров БВР для стеснённых условий	181

Таблица 15.16 - Расчёт параметров БВР для взрывания пород гнейс биотитовый, гнейс лейкократовый рассредоточенными зарядами и сплошными зарядами Фортис 100 в стесненных условиях	182
Таблица 15.17 - расчёт параметров БВР для взрывания пород рудный кварцит/железистый кварцит рассредоточенными зарядами и сплошными зарядами Фортис 70 в стесненных условиях	185
15.8.16 Рекомендуемые схемы поверхностного монтажа НСИ	190
Рисунок 15.6 - Диагональная схема монтажа взрывной сети диагональными рядами и последовательным врубом	190
Рисунок 15.7 - Диагональная схемы монтажа взрывной сети с клиновым фланговым (или центральным) врубом	191
Рисунок 15.8 - Диагональная схема монтажа взрывной сети с трапециевидным фланговым (или центральным) врубом.....	192
16 Выемочно-погрузочные работы.....	193
Таблица 16.1 - Расчет производительности экскаватора ЭКГ-15 в комплексе с автосамосвалом БЕЛАЗ-75137.....	193
17 Вспомогательные работы	195
17.1 Спецификация основного и вспомогательного оборудования	195
Таблица 17.1 - Количество основного и вспомогательного оборудования на I этапе отработки Печегубского месторождения	197
18 Отвальное хозяйство	198
18.1 Общая характеристика проектируемых отвальных работ	198
18.2 Способ отвалообразования. Тип и количество отвального оборудования.....	201
18.2.1 Способ отвалообразования.....	201
Рисунок 18.1 - Схема формирования отвала периферийным способом.....	204
Рисунок 18.2 - Схема формирования отвала площадным способом.....	205
18.2.2 Тип и количество отвального оборудования	206
Таблица 18.1 – Расчёт производительности бульдозера САТ D10T2 на отвале.....	206
18.3 Параметры отвалов	207
Таблица 18.2 - Параметры проектируемого отвала пустой породы.....	207
18.4 Календарный план отсыпки отвалов	208
Таблица 18.3 - Календарный план формирования внешнего отвала	211
19 Карьерный транспорт.....	212
19.1 Выбор технологического транспорта.....	212
Таблица 19.1 - Технические характеристики горного оборудования	212

19.2 Производительность и количество транспортного оборудования	213
Таблица 19.2 - Расчет производительности автосамосвалов БЕЛАЗ-75137	213
19.3 Параметры проектируемых дорог	214
19.3.1 Карьерные дороги	215
19.3.2 Дороги на отвале	216
19.3.3 Параметры проектируемых дорог	217
Таблица 19.3 - Параметры проектируемых постоянных автодорог	218
Рисунок 19.1 - Поперечный профиль технологических дорог	218
19.4 Организация движения	219
19.5 Текущий ремонт и содержание автодорог	219
19.6 Снегоудаление и складирование снега	219
20 Осушение поля карьера	221
20.1 Способ осушения поля карьера	221
20.1.1 Приток за счёт подземных вод	221
Таблица 20.1 – Исходные данные и результаты расчетов подземных вод на конец отработки	222
20.1.2 Водопритоки за счёт поверхностных вод	222
Таблица 20.2 – Сводная таблица результатов расчета притока поверхностных вод	224
20.1.3 Сведения о величине ожидаемых водопритокров	224
Таблица 20.3 – Сводный результат расчета нормального и максимального притоков	224
Таблица 20.4 – Годовой приток в карьер	225
20.2 Водоотлив. Водоотливное оборудование	225
Таблица 20.5 - Прогнозные притоки по участкам отрабатываемого карьера на конец рассматриваемого периода	225
20.2.1 Расчет водоотливной установки	225
Таблица 20.6 - Характеристики проектируемых водоотливных установок	229
20.3 Трубопровод карьерных вод	229
20.4 Расчёт притоков поверхностных вод с площадей внешних отвалов	229
Таблица 20.7 – Объёмы стоков с отвала	230
20.5 Отвод поверхностных вод	230
20.5.1 Руслоотводной канал	231
20.5.2 Водосборные канавы	231
20.5.3 Нагорная канава	232
21 Геолого-маркшейдерское обслуживание	233
21.1 Общие сведения	233

21.2 Численность работников геолого-маркшейдерской службы.....	237
Таблица 21.1 - Коэффициенты приведения количества экскаваторов.....	238
Таблица 21.2 - Расчет численности участковых маркшейдеров	239
21.3 Численность геологической службы	240
Таблица 21.3 - Состав и численность геологической службы.....	240
21.4 Геолого-маркшейдерская документация	240
Таблица 21.4 - Перечень графической документации	241
21.5 Требования к геомеханическому мониторингу устойчивости	243
21.5.1 Особенности маркшейдерских наблюдений за деформациями отвалов	245
Таблица 21.5 - Периодичность наблюдений в зависимости от скоростей смещений откосов отвала.....	247
21.6 Маркшейдерские наблюдательные станции.....	247
21.6.1 Общие сведения о маркшейдерских наблюдательных станциях	247
21.6.2 Схема размещения реперов на профильных линиях	250
Рисунок 21.1 - Схема размещения реперов на профильной линии в карьере	251
Рисунок 21.2 - Схема размещения реперов на профильных линиях на отвалах.....	251
Рисунок 21.3 - Тип конструкции опорных и рабочих реперов	253
Рисунок 21.4 - Конструкция забивных реперов	254
21.6.3 Методика маркшейдерских наблюдений.....	255
21.6.4 Обработка результатов маркшейдерских наблюдений	257
21.6.5 Упрощенные маркшейдерские наблюдения.....	259
21.6.6 Анализ материалов маркшейдерских наблюдений.....	260
21.7 Эксплуатационная разведка	261
22 Проветривание карьера.....	265
Таблица 22.1 - Среднегодовая повторяемость направлений ветра	265
Таблица 22.2 - Средняя месячная и годовая скорость ветра.....	265
Рисунок 22.1 - Прямоточная схема.....	267
Рисунок 22.2 - Рециркуляционная схема	268
23 Промышленная безопасность	271
23.1 Сведения о расчетной численности работников	271
Таблица 23.1 – Численность трудящихся	271
23.2 Обеспечение требований промышленной безопасности	271
23.3 Обеспечение безопасности при ведении горных работ.....	273
23.4 Техника безопасности и охрана труда	273
23.5 Обеспечение безопасности при ведении открытых горных работ.....	275

23.6 Обеспечение безопасности при ведении буровых работ	279
23.7 Обеспечение безопасности при ведении взрывных работ	280
23.8 Обеспечение безопасности при ведении экскаваторных работ.....	285
23.9 Обеспечение безопасности работы карьерного транспорта	287
23.10 Обеспечение безопасности при ведении отвальных работ	290
23.11 Меры по уменьшению влияния шума и вибрации.....	293
23.12 Мероприятия по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу	293
Таблица 23.2 - Эффективность и виды ПГУ.....	294
Лист регистрации изменений.....	295

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 **П12179-СП**.

ПЕРЕЧЕНЬ ЧЕРТЕЖЕЙ

Обозначение, номер листа	Наименование	Примечание
<u>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ</u>		
П12179-00-200-ТОР	<i>Горные работы</i>	
Лист 1	Положение горных, отвальных работ и транспортных коммуникаций на 01.01.2023 г. Масштаб 1:5000	
Лист 2	Положение горных, отвальных работ и транспортных коммуникаций на 01.01.2024 г. Масштаб 1:5000	
Лист 3	Положение горных, отвальных работ и транспортных коммуникаций на 01.01.2025 г. Масштаб 1:5000	
Лист 4	Положение горных, отвальных работ и транспортных коммуникаций на 01.01.2026 г. Масштаб 1:5000	
Лист 5	Положение горных, отвальных работ и транспортных коммуникаций на 01.01.2027 г. Масштаб 1:5000	
Лист 6	Положение горных, отвальных работ и транспортных коммуникаций на 01.01.2028 г. Масштаб 1:5000	
Лист 7	Положение горных, отвальных работ и транспортных коммуникаций на 31.12.2032 г. (конец I этапа). Масштаб 1:5000	

1 ОСНОВАНИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Настоящая проектная документация «Отработка запасов железных руд Печегубского месторождения» выполнена ООО «СПб-Гипрошахт» для АО «Олкон» на основании договора и технического задания, утвержденного главным инженером АО «Олкон».

Основанием для проектирования являются:

1. Лицензия на право недрами МУР 00938 ТР от 05.08.2019 г., выданная с целевым назначением – для геологического изучения, включающего поиски и оценку месторождений полезных ископаемых, разведки и добычи полезных ископаемых, сроком до 05.08.2044 г;
2. Техническое задание на проектирование.

2 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ОСНОВНЫМ ТЕХНИЧЕСКИМ РЕШЕНИЯМ

Проектная документация разработана согласно требований положения о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 16.02.2008 г. № 87 (ред. от 15.09.2023) «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».

Проектная документация соответствует требованиям следующих нормативных документов:

- Федеральный закон Российской Федерации от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», утвержденные приказом Ростехнадзора от 08.12.2020 г. № 505;
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов», утвержденные приказом Ростехнадзора от 13.11.2020 г. № 439;
- Федеральный закон Российской Федерации от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;
- Федеральный закон Российской Федерации от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
- Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ;
- Федеральный закон Российской Федерации от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»;
- Федеральный закон Российской Федерации от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».

3 КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

3.1 Географическое положение

Печегубское месторождение железных руд расположено в центральной части Мурманской области в 10 км к югу от г. Оленегорск. Месторождение расположено за полярным кругом в центральной части Кольского полуострова на подведомственной территории г. Оленегорска на восточном берегу озера Имандра к северу от залива Печегуба на склонах пологого холма с абсолютными отметками 140-213,9 м покрытого хвойным лесом. По югу участка проходит Октябрьская железная дорога. По грунтовой дороге до ж/д станции Ягельный бор 4 км, далее до разрабатываемого Комсомольского месторождения 3 км. Комсомольское месторождение расположено в 13 км к юго-востоку от ж/д станции Оленегорск и от промплощадки Оленегорского ГОКа.

3.2 Климатические условия

Климат района характеризуется неустойчивостью и резкой изменчивостью, обусловленной близостью Баренцева моря с теплым течением Гольфстрим с частой сменой холодных и теплых воздушных масс: лето – короткое, дождливое и прохладное; зима – холодная и продолжительная. Эта неустойчивость сопровождается резкими перепадами атмосферного давления и высокой влажностью. Среднегодовая температура составляет - 0,4°C, средняя максимальная +13,9°C в июле, средняя минимальная -13,5°C – в феврале.

Среднегодовое количество осадков 377-405 мм, при этом соотношение дождя и снега примерно равное. Снег выпадает в конце октября и сходит в июне. Снежный покров держится 210-220 дней в году, толщина его колеблется от 25 до 70 см.

Средняя глубина промерзания для песков и супесей – 74 см, для торфяников – 30-40 см, на открытых участках – до 2,2 м. Мощный снежный покров и сравнительно мягкие зимы препятствуют образованию в районе сплошного слоя многолетней мерзлоты.

В гидрогеологическом отношении район относится к бассейну озера Имандра. В восточной части месторождения расположено небольшое озеро площадью 0,26 км² с заболоченными берегами. Вытекающий из озера ручей впадает залив Печегуба.

Летом преобладают северные и северо-восточные, а зимой южные и юго-западные ветра. Среднегодовая скорость ветра составляет 3-4 м/сек.

3.3 Сведения о сейсмичности района расположения месторождения

В соответствии с Общим сейсмическим районированием территории России 2016 года Печегубское месторождение располагается в зоне, для которой характерна интенсивность землетрясения 5 баллов для вероятностей возможного превышения в течение 50-летнего срока 10% и 5% (карты ОСР-2016-А и ОСР-2016-В – периоды повторяемости 500 лет и 1000 лет

соответственно), **рис. 3.1** Для вероятности возможного превышения в течение 50-летнего срока 1% (карта ОСР-2016-С – период повторяемости 5000 лет) интенсивность землетрясения составляет 6 баллов.

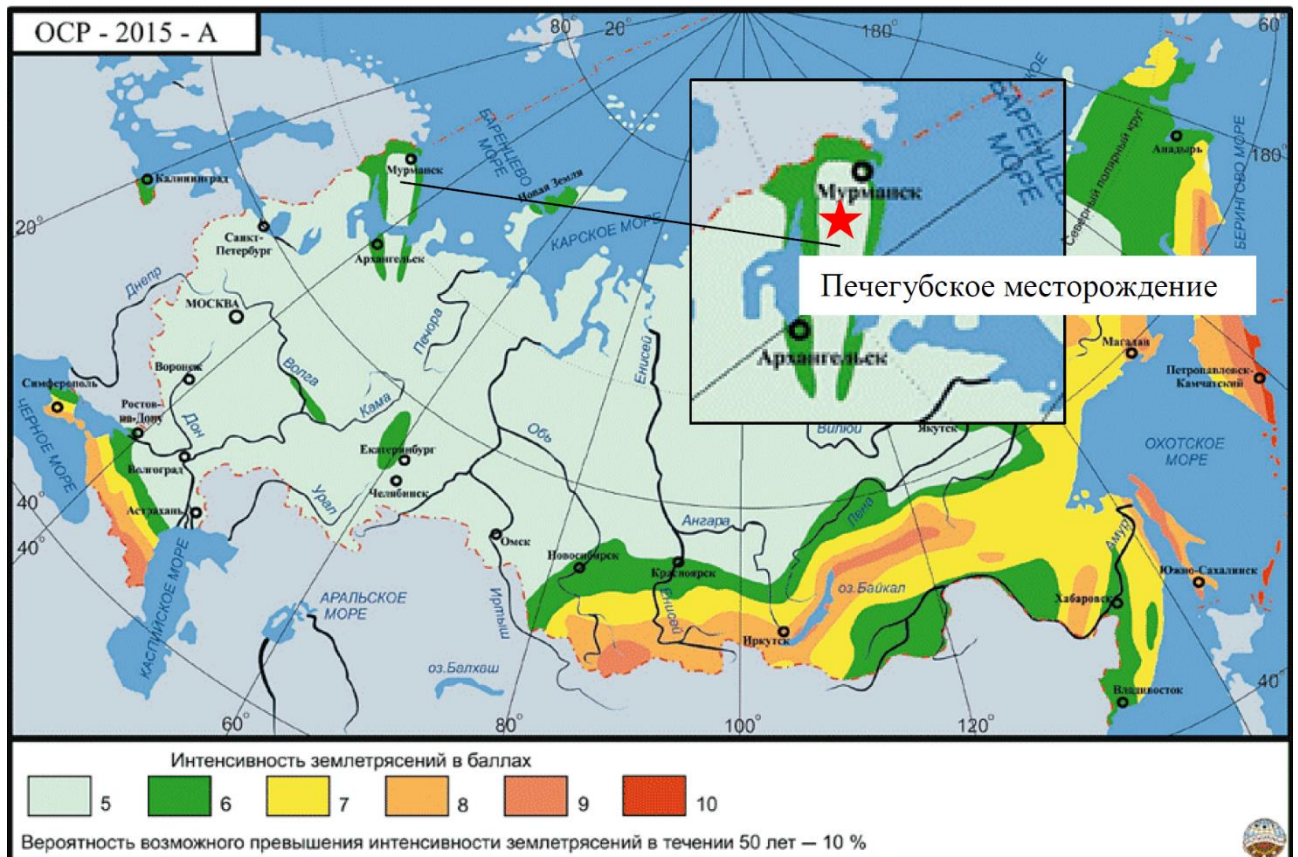


Рисунок 3.1 - Расположение объекта на карте общего сейсмического районирования ОСР-2015-А

4 ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ЗАПАСЫ УЧАСТКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

4.1 Геологическая изученность карьерного поля

История изучения месторождений Заимандровского железорудного района началась с 1930 г. Поиски, оценка и разведка месторождений, разрабатываемых в настоящий момент в пределах района была выполнена в основном с 1930 по 1988 гг.

Печегубское месторождение открыто в 1932 г. при геологической съемке масштаба 1:100000.

В 60-х годах геологические работы были продолжены, выполнены геолого-съёмочные работы масштаба 1:50000 и составлена геологическая карта, проведены магнитная съемка масштаба 1:5000 и гравиметрическая съемка масштаба 1:10 000. По сети магнитной съемки проведены поисковые маршруты в объеме 44,4 пог.км. В 1972 г. Имандровской ГРП в ГКЗ был представлен отчет о детальной разведке по месторождению XV-летия Октября, где прогнозные ресурсы по Печегубскому месторождению были оценены в 40-45 млн.т руды.

В 1976 г. Имандровской ГРП на месторождении были проведены поисково-разведочные работы, результаты которых изложены в сводном отчете о работах на Заимандровском структурно-поисковом и геологосъёмочном объектах в 1967-1977 гг. Пробурено 17 скважин, в том числе 11 скважин по железистым кварцитам. По результатам работ выполнен подсчет запасов железных руд месторождения по категории С₂ до глубины 200 м от поверхности в количестве 16,3 млн.т руды при средних содержаниях железа общего 29,78%, железа растворимого 23,45%. Прогнозные ресурсы оценены также до глубины 200 м в количестве 27,6 млн.т при средних содержаниях железа общего 29,22%, железа растворимого 23,20%.

В 1987-90 гг. в рамках «Проекта поисков скрытых залежей железистых кварцитов в северо-восточной полосе Оленегорского железорудного района» на месторождении пробурено 6 скважин. По результатам работ запасы месторождения оценены по категории С₂ до глубины 500м от поверхности в количестве 209,7 млн.т при средних содержаниях железа общего 27,80% и железа магнетитового 18,16%, прогнозные ресурсы месторождения оценены по категории Р₁ до глубины 1000 м от поверхности в количестве 118,4 млн.т при средних содержаниях железа общего 29,34% и железа магнетитового 17,69%. Был разработан «ТЭС о целесообразности проведения предварительной разведки на участке Печегуба Оленегорского железорудного района» (ТКЭ ПГО Севзапгеология, 1990 г.). Запасы руды в контуре проектного карьера составили 63,9 млн.т руды с содержанием железа общего 29,48% и железа магнетитового 18,83%. Протоколом НТС ПГО Севзапгеология от 30.10.1990 г. изученность месторождения признана как соответствующая поисково-оценочной стадии, рекомендовано

проведение предварительной разведки, принято движение прогнозных ресурсов и запасов категории С₂ по северо-восточной полосе Оленегорского района.

В 2012 г. в работе по объекту «ГЭО районных кондиций для группы месторождений Заимандровского железорудного района расположенных в Оленегорском районе Мурманской области», выполненных СПб-Гипрошахт, для Печегубского месторождения разработаны районные кондиции для подсчета запасов мелких месторождений железистых кварцитов Заимандровского района (Протокол ГКЗ №326-к).

В 2020-2021 году на Печегубском месторождении проведены оценочные работы, включающие бурение колонковых скважин, опробование, пробоподготовку, химико-аналитические и технологические исследования. По результатам оценочных работ произведен подсчет запасов по категориям С₁ и С₂ (Протокол ГКЗ №6705 от 14.07.2021 г.)

В 2021-2022 гг. на месторождении проведены разведочные работы, включающие бурение колонковых скважин с комплексом опробовательских и аналитических работ. Также в ходе разведочных работ выполнена опытно-промышленная разработка. За 2022 г. погашено 960 тыс. т руды. Совместная переработка руд Печегубского месторождения с рудами Комсомольского или Кировогорского месторождений в соотношении 40/60 обеспечивает получение концентрата с содержанием Fe_{общ} 68,80 % и Fe_{маг} 60,47 % при извлечении Fe_{общ} 83,16% и Fe_{маг} 97,12 %. По своему химическому составу полученный концентрат полностью соответствует требованиям ТУ 07.10.10.132-001-00186743 -2022.

По результатам проведенных работ произведен подсчет запасов по вариантам бортового содержания железа магнетитового 8,10 и 12%. На основе полученных результатов выполнены технико-экономические расчеты и выбран наиболее оптимальный набор кондиционных параметров для подсчета запасов железных руд Печегубского месторождения (Отчет о результатах разведки железных руд месторождения Печегубское в Оленегорском районе Мурманской области с технико-экономическим обоснованием постоянных разведочных кондиций и подсчетом запасов по состоянию на 01.01.2023 г., ФГБУ «ВИМС», г. Москва, 2023 г.). Подсчет запасов железных руд выполнен в контуре лицензии МУР 00938 ТР по варианту бортового содержания железа магнетитового 10%.

Постоянные разведочные кондиции для подсчета запасов железных руд Печегубского месторождения для условий открытой отработки утверждены решением ГКЗ (Протоколом ГКЗ Роснедра №7549 от 12.12.2023 г.)

Более подробная информация о геологической изученности месторождения представлена в **томе 10.1** настоящей проектной документации.

4.2 Краткая геологическая характеристика месторождения

Печегубское месторождение железных руд расположено на крайнем юго-востоке Северо-Восточной полосы рудоконтролирующей полосы Заимандровского рудного района. В строении месторождения принимают участие подкомплекс железистых пород и гнейсов кольского метаморфического комплекса (fgL₁kl), жилы пегматитов (pL₂z1) и дайки диабазов (βRb). Преимущественным развитием среди пород пользуются амфиболсодержащие, амфибол-биотитовые, биотит-амфиболовые, амфиболовые гнейсы и плагиоамфиболиты. На геологической карте месторождения породы показаны нерасчлененными.

Железистые кварциты сосредоточены в центральной части средней подтолщи и залегают согласно с вмещающими гнейсами. В плане они слагают серию разномасштабных линзовидных тел. Наиболее крупные из них образуют три пространственно сближенные залежи, которые в совокупности с тяготеющими к ним маломощными линзами образуют месторождение. Таким образом, рудные тела представляют собой сложные линзообразные залежи с прослоями гнейсов и скарноидов. Контакты кварцитов резкие. Падение залежей под углом 30-80 градусов на юго-восток. Протяженность в плане Северо-Западной залежи достигает 1950 м при мощности от 3-5 м до 50-60 м. Прослежена скважинами до отметки -340 м. В 300 м к юго-востоку от неё расположена Юго-Восточная залежь, простирающаяся на 2050 м и имеющая мощность до 55-60 м, прослежена на глубину до отметки -535 м. Далее в 190 м от восточной части Юго-Восточной залежи находится Отдельная залежь, ограниченная тектоническими нарушениями и имеющая длину 250 м, мощность до 60 м. Прослежена на глубину до отметки -115 м.

Местоположение и конфигурация рудных тел Печегубского месторождения обуславливает формирование карьера с условным делением его на два эксплуатационных участка, именуемым далее Карьер № 1 и Карьер № 2.

В Карьере № 1, в свою очередь, можно условно выделить три зоны (участка):

- участок № 1 – южная зона карьера;
- участок № 2 – северная зона карьера;
- участок № 3 – западная зона карьера.

Четвертичные отложения мощностью от 1-5 м до 10 м – на возвышенностях и до 25-40 м – в понижениях рельефа представлены отложениями основной морены и озерно-ледниковыми отложениями.

По сложности геологического строения и морфологическим особенностям, в соответствии с методическими рекомендациями по применению Классификации запасов, месторождение Печегубское относится к 3 группе, а по степени изученности – к разведанным.

4.3 Гидрогеологические условия

В гидрогеологическом отношении Печегубское месторождение железистых кварцитов относится к Балтийскому гидрогеологическому массиву, и характеризуется развитием поровых грунтовых вод в четвертичных отложениях, трещинных вод в зоне выветривания кристаллических пород, трещинно-жильных вод тектонических зон. Все подземные воды района принадлежат к зоне свободного водообмена. Закономерности их формирования определяются рядом факторов, важнейшими из которых являются: атмосферные осадки, дренирующее воздействие речной и озерной сетей, малая мощность четвертичных отложений и наличие неравномерной трещиноватости кристаллического комплекса пород.

На территории месторождения имеет распространение верхнечетвертичный осташковский водноледниковый горизонт и слабо водоносный, локально-водоносный архей-протерозойский комплекс.

Четвертичные отложения распространены на всей площади месторождения повсеместно, перекрывая архей-протерозойские образования, отложения частично сдренированы начиная с абсолютных отметок 190-195 м до абсолютных отметок 214 м.

Четвертичные отложения приурочены к образованиям озерно-ледниковых отложений (lgIIIos), и ледниковым отложениям (gIIIos), мощность отложений непостоянна и зависит от рельефа, крутизны и степени расчлененности склонов возвышенностей и изменяется от 0,8 до 37 м.

В разрезе четвертичных отложений на месторождении выделены: сдренированный верхнечетвертичный осташковский ледниковый горизонт, сдренированный верхнечетвертичный осташковский озерно-ледниковый горизонт и водоносный верхнечетвертичный осташковский озерно-ледниковый горизонт.

Сдренированный верхнечетвертичный осташковский ледниковый горизонт (gQIIIos) приурочен к ледниковым отложениям, представленных пылеватыми песками и супесями с включением обломочного материала.

Сдренированный верхнечетвертичный осташковский озерно-ледниковый горизонт (lgQIIIos) приурочен к образованиям озерно-ледниковых отложений, представленных песками разнозернистыми, преимущественно пылеватыми с включениями гравия и гальки до 35%.

Мощность сдренированной толщи от первых метров до 10-12м.

Водоносный верхнечетвертичный осташковский озерно-ледниковый горизонт (lgQIIIos) представлен разнозернистыми и пылеватыми песками с включениями гравия и гальки от 20 до 35%, имеет мощность от первых метров до 20 м на юго-западе приозерной низменности и возможно не оказывает существенного влияния на обводнение месторождения.

Водоносный горизонт имеет прерывистое распространение и не образует единого зеркала, горизонт безнапорный, с глубиной залегания 3,0-9,0 м. Питание его осуществляется, главным образом, за счет инфильтрации атмосферных осадков и, частично, за счет перетока из нижележащих трещинных вод коренных пород и фильтрации из поверхностных водотоков.

Фильтрационные свойства четвертичных отложений на Печегубском месторождении не изучались, и характеризуются по аналогии с Комсомольским месторождением, где они достаточно полно изучены, и опробованы откачками из скважин и шурфов. Дебиты скважин составили 0,07-0,3 л/с при понижениях уровня подземных вод на 1,5-3,3 м. Коэффициенты фильтрации варьировали от 0,5 до 3,2 м/сут, удельные дебиты составили 0,047-0,09 л/(с*м). При проведении гидрогеологических и инженерно-геологических работ на Комсомольском месторождении отмечалось уменьшение с глубиной проницаемости моренных отложений.

Средний коэффициент фильтрации четвертичных отложений для Комсомольского месторождения составил 0,64 м/сут.

Слабоводоносный, локально-водоносный архей-протерозойский комплекс (AR-PR) распространен повсеместно на площади месторождения, представлен двумя водоносными горизонтами: горизонтом трещинных вод и горизонтом трещинно-жильных вод. Водоносный горизонт трещинных вод распространен повсеместно и приурочен к трещиноватым кристаллическим породам. Водоносный горизонт трещинно-жильных вод приурочен к зонам тектонических нарушений. Водовмещающие породы представлены комплексом гнейсов различного состава, сланцами, железистыми кварцитами, жильными образованиями, а также магматическими породами (диабазы, граниты, габбро-диабазы). Максимальная степень трещиноватости пород, как правило, относится к верхнему 50-метровому интервалу и связана с распространением в верхней части разреза выветренных дезинтегрированных пород. В вертикальном разрезе достаточно высокая степень трещиноватости фиксируется до глубин порядка 100-150 м, ниже трещиноватость затухает и встречаются отдельные зоны, приуроченные как к дезинтегрированным породам, так и к тектоническим нарушениям. Наиболее интенсивно трещиноваты пегматиты и диабазы, а также приконтактные зоны вмещающих пород. На аналогичном Комсомольском месторождении средняя мощность трещиноватой зоны принята величиной 125 м.

Подземные воды кристаллических пород вскрыты всеми разведочными скважинами Печегубского месторождения. Питание горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, и частично за счет перетекания из верхнечетвертичного ошашковскового озерно-ледникового горизонта. Разгрузка подземных вод происходит частично в юго-восточном направлении в оз. Окунье, частично в юго-западном – в Печегубу оз. Имандра.

Трещинные воды кристаллических пород безнапорные, обладают свободной поверхностью, слабо напорные воды встречены на месторождении только в скважинах №№34, 52, 53 на востоке месторождения в пределах приозерной низменности.

Режим подземных вод архей-протерозойского комплекса охарактеризован по наблюдениям на Комсомольском месторождении. По данным мониторинга наблюдательных скважин отмечается, как правило, два максимальных и одно минимальное положение уровня подземных вод. Минимальные уровни связаны с отрицательными температурами и отсутствием питания в зимний период и приходятся на апрель-май. Максимальные уровни наблюдаются во время снеготаяния и осенних дождей в мае-июне и сентябре-октябре. Годовая амплитуда уровней подземных вод составляет 1,5-4,0 м.

Фильтрационные свойства водоносной зоны коренных пород не зависят от их литологического состава, и обусловлены степенью трещиноватости и открытости трещин. Характер и степень трещиноватости пород определяют их водообильность и водопроницаемость. Результаты гидрогеологических исследований, проведенных на подобных (эксплуатируемых и детально разведанных) месторождениях Заимандровского железорудного района, свидетельствуют о слабой водообильности кристаллических пород.

Наиболее высокими фильтрационными свойствами обладает верхняя часть разреза кристаллических пород. Так, средний коэффициент фильтрации кристаллических пород на Комсомольском месторождении до глубины 150 м составляет 0,06 м/сут, изменяясь от 0,012 до 0,160 м/сут. От 150 до 300 м средний коэффициент фильтрации имеет среднюю величину 0,056 м/сут, варьируя при этом от 0,036 до 0,160 м/сут. Поглощение в верхней трещинной зоне характеризуется величинами от 0,2 до 1,6 л/с.

На Печегубском месторождении трещинные воды архей-протерозойского водоносного комплекса опробованы шестью скважинами, в пяти из которых были проведены откачки, в одной – налив. Результаты опробования представлены ниже (табл. 4.1). Коэффициенты фильтрации на месторождении составили от 0,001 до 0,042 м/сут, при понижениях соответственно от 10,3 до 0,8 м и удельных дебитах 0,015-0,356 л/с. Сопоставляя значения коэффициентов фильтрации, полученных при ОФР, можно увидеть, что как было сказано выше, величина коэффициентов фильтрации с глубиной уменьшается. Исключение составляют данные по скв. № 34, где коэффициент фильтрации при глубине опробования 427,5 м составил 0,042 м/сут, по всей видимости, это связано с расположением скважины в пределах зоны тектонического разлома и наличием трещинно-жильных вод.

Наблюдения за режимом подземных вод ведутся по пяти скважинам, начиная с ноября 2020 г. Уровни подземных вод залегают на глубинах от 4,5 до 27 м. Скважина № 34 изливается

П12179-10.02.1-ТР

Том 10.2.1

на высоту 0,25 м. За период наблюдений амплитуда колебаний составила от 0,71 м до 3,02 м, соответственно в скважинах № 12 и № 6.

Таблица 4.1 – Результаты опытно-фильтрационных работ 2020-2021 г.г.

№ Сква.	Дата и продолжительность опыта, час	Интервал опробования, м	Мощн., м	Уровень воды, м		Дебит при откачке, наливе Q, л/сек	Понижение S, м	Удельный дебит q, л/с	Коэффициент фильтрации kf, м/сут	Коэффициент водопроводимости km, м ² /сут
				Нст	Нд					
6	25-26.09.2020 г. (24 часа)	6,11-259,8	253,69	6,11	12,64	0,2094	6,53	0,03206	0,0054	1,37
22	17-18.09.2020 г. (24 часа)	6,32-439,5	433,18	6,32	16,63	0,161	10,31	0,01561	0,00132	0,57
31	26-27.08.2020 г. (23 часа)	26,67-200	173,33	26,67	31,83	0,51	5,16	0,09883	0,0722	12,5
34	22-23.09.2020 г. (24 часа)	2,0-427,5	425,5	0,69	0,11	0,285	0,8	0,35625	0,042	17,99
12	09.09.2020 г. (10 часов)	27,36-238,4	211,04	27,36	14,24	0,3	13,2	0,02272	0,0029	0,62

4.3.1 Гидрохимические условия подземных и поверхностных вод

Для характеристики химического состава подземных вод архей-протерозойского водоносного комплекса на Печегубском месторождении отобрано 18 проб воды на разные виды химических анализов из 6 скважин. По химическому составу трещинные воды гидрокарбонатно-сульфатные натриевые либо гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые, пресные, с общей минерализацией от 102 до 127 мг/дм³, от нейтральных до щелочных (рН 7,1-8,9), мягкие (жесткость от 0,36 до 2,0 °Ж). Содержание микрокомпонентов Cd, Co, Mn, Cu, As, Ni, Hg, В, Zn, Cr, Pb, Ba, Mo, Sr, Se, Be, Ti, Ag, V ниже ПДК. Содержание алюминия в воде превышено в одной пробе (скважина №22). Наблюдается также превышение ПДК по цветности в 3 пробах. Суммарная альфа-бета-активность подземных вод не превышает показателей радиационной безопасности (табл. 4.2).

Таблица 4.2 – Результаты лабораторных исследований проб подземных вод Печегубского месторождения

Компоненты	Ед. изм.	Скв. №31	Скв. №22	Скв. №53	Скв. №52	Скв. №6	Скв. №34	ПДК
Сульфат-ион	мг/дм ³	16,0	10,0	27,0	10,0	27,0	10,0	500
Карбонаты	мг/дм ³	38,0	24,2	22,0	24,2	36,0	24,2	
Хлориды	мг/дм ³	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	250
Фториды	мг/дм ³	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,7-1,5
Нитрат-ион	мг/дм ³	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	45
Нитрит-ион	мг/дм ³	0,024	0,031	0,034	<0,02	0,039	<0,02	0,5
Натрий	мг/дм ³	6,0	4,8	4,5	6,3	5,5	3,7	200
Калий	мг/дм ³	1,21	2,92	1,21	1,44	1,18	1,29	20
Кальций	мг/дм ³	4,5	6,1	5,1	3,8	4,3	4,2	
Магний	мг/дм ³	0,64	1,43	0,86	0,82	1,91	2,2	50
Железо общ.	мг/дм ³	0,044	0,980	0,094	0,020	0,042	0,100	0,3
Водородный показатель	рН	7,1	8,9	8,0	8,68	8,4	8,2	6,5-8,5
Жесткость общ.	°Ж	1,2	1,6	2,0	0,36	1,0	0,64	1,5
Сухой остаток	мг/дм ³	108	119	102	111	127	109	
Перманганатная окисляемость	мг/дм ³	<0,25	0,30	1,20	<0,25	<0,25	<0,25	3
Мутность по формазину	ЕМФ	<1,0	4,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	1,0
Цветность	град	<1,0	58	29	<1,0	10,2	4,1	5
Запах при 20°С	баллы	0	0	0	0	0	0	0
Алюминий	мг/дм ³	<0,02	0,85	0,17	0,21	0,101	0,086	0,2
Барий	мг/дм ³	0,369	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,7
Бериллий	мг/дм ³	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002
Бор	мг/дм ³	0,118	0,091	0,053	0,059	0,050	<0,050	0,5
Ванадий	мг/дм ³	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,1
Кадмий	мг/дм ³	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,001
Кобальт	мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1
Медь	мг/дм ³	0,0082	0,0090	0,0069	0,0069	0,0082	0,016	1,0
Молибден	мг/дм ³	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,07
Мышьяк	мг/дм ³	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01
Никель	мг/дм ³	0,0108	0,0127	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,02
Ртуть	мг/дм ³	0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	0,0005
Свинец	мг/дм ³	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01
Селен	мг/дм ³	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,01

Компоненты	Ед. изм.	Скв. №31	Скв. №22	Скв. №53	Скв. №52	Скв. №6	Скв. №34	ПДК
Серебро	мг/дм ³	<0,005	<0,005	0,0125	0,0281	<0,005	<0,005	0,025
Стронций	мг/дм ³	0,0109	0,0283	0,0114	0,0281	0,0110	0,0242	7,0
Титан	мг/дм ³	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,01
Хром	мг/дм ³	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5-0,05
Цинк	мг/дм ³	0,0105	0,0170	0,0126	0,0123	0,0147	0,0137	1,0
A _α ±U _α	Вк/кг	0,16±0,04	0,09±0,03	0,06±0,02	0,08±0,03	0,12±0,05	0,08±0,03	0,2
A _β ±U _β	Вк/кг	0,27±0,08	0,15±0,05	0,16±0,05	0,21±0,07	0,23±0,08	0,27±0,09	0,1

4.4 Состояние запасов и кондиции

Постоянные разведочные кондиции для подсчета запасов железных руд Печегубского месторождения для условий открытой отработки утверждены решением ГКЗ (Протоколом ГКЗ Роснедра №7549 от 12.12.2023 г.):

К балансовым отнесены запасы подсчитанные в проектных контурах карьеров, экономически обоснованных в ТЭО, и отвечающие условиям:

- бортовое содержание железа магнетитового для оконтуривания рудных тел – 10%;
- минимальная истинная мощность рудного интервала, включаемая в подсчет запасов – 5 метров, при меньшей мощности, но более высоком содержании железа магнетитового руководствоваться соответствующим значением метропроцента (50 м×%);
- максимальная мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в рудный интервал – 5 м.

Запасы за проектными контурами карьеров, экономически обоснованных в ТЭО, посчитать по кондициям, принятым для балансовых запасов, и отнести к забалансовым.

По утвержденным параметрам кондиций произведен подсчет запасов железных руд Печегубского месторождения для условий отработки его открытым способом по состоянию на 01.01.2023 г. Запасы утверждены ГКЗ (Протокол №7549 от 12.12.2023 г.) в объемах, приведенных в табл. 4.3.

Таблица 4.3 - Сводная таблица подсчета запасов Печегубского месторождения

Категория запасов	Руда, тыс.т	Содержание, %	
		Feобщ	Feмаг
Балансовые запасы			
Категория C ₁	46 522.3	27.5	18.78
Категория C ₂	20 007.6	27.9	18.34
Всего категория C ₁ +C ₂	66 529.9	27.6	18.65
Забалансовые запасы			
Категория C ₂	49 494.7	28.07	17.53
в том числе			
за контуром карьера			
Категория C ₂	46 939.7	28.3	17.6
В охранной зоне ВЛ-110 кВ			
Категория C ₂	2 555.0	23.3	15.7

4.5 Характеристика полезного ископаемого

Полезным ископаемым Печегубского месторождения является руда железная товарная необогащенная по СТП 07.01-02.

Главным полезным элементом руды является железо (29,01% Fe_{общ.}), значительная часть которого сосредоточена в магнетите и амфиболах. На основании данных, полученных рентгенографическим и микрорентгеноспектральным анализами (содержание магнетита в руде 23%, среднее содержание железа в магнетите по данным микрорентгеноспектрального анализа составляет ~ 70%) с магнетитом связано 16,10% железа. В небольшом количестве железо присутствует в сульфидах (пирротине, пирите, халькопирите), гранате, слюде (биотите) и кварце. Химический состав руды приведен в табл. 4.4.

Таблица 4.4 - Химический состав руды Печегубского месторождения

Компонент/элемент	Содержание, %
Fe _{общ.}	29,10
Fe _{магн.}	21,40
Co	0,086
Ni	0,045
SiO ₂	48,90
MgO	4,79
CaO	2,84
Al ₂ O ₃	2,35
Na ₂ O	0,23
MnO	0,22
TiO ₂	0,12
P ₂ O ₅	0,10
S _{общ.}	0,10
S _{сульфид.}	0,086
Zn	0,0065
Pb	<0,020
Sb	<0,0050
Cu	0,035
As	<0,0020

Главными рудообразующими элементами являются кремний, магний, кальций и алюминий.

Кремний (48,9% SiO₂) присутствует в виде самостоятельной минеральной фазы – кварца, а также в большинстве рудообразующих минералов (амфиболах, пироксенах, слюде, плагиоклазе, гранате).

Магний (4,79% MgO) сосредоточен в амфиболах, пироксенах и слюде.

Кальций (2,84% CaO) образует собственную минеральную фазу – кальцит, часть кальция входит в амфиболы, пироксен (диопсид), апатит, плагиоклаз и гранат.

Алюминий (2,35% Al₂O₃) присутствует в амфиболах, плагиоклазе и слюде, в виде примеси – в магнетите.

Вредными элементами являются сера и фосфор (S_{общ.} 0,10%, S_{сульфид.} 0,086%, P₂O₅ 0,10%). Сера сосредоточена в сульфидах (пирротине, пирите и халькопирите), фосфор –

в апатите. Другие вредные примеси (Pb, Zn, Cu, As, Sb) содержатся в незначительном количестве.

Руда пробы относится к магнетит-кварц-амфиболовому минеральному типу. Главным рудным минералом является магнетит (23%). Основными рудообразующими минералами являются минералы группы амфибола и кварц, к второстепенным относятся минералы группы пироксена, слюда, кальцит и плагиоклаз. Акцессорные минералы представлены пирротин, пиритом, халькопиритом, апатитом и гранатом.

Минеральный состав руды приведен в табл. 4.5 по данным оптико-минералогического и рентгенографического анализов.

Таблица 4.5 - Минеральный состав руды Печегубского месторождения

Минералы		Содержание, масс. %
Главные	Минералы гр. амфибола	41
	Кварц	28
	Магнетит	23
Второстепенные	Минералы гр. пироксена	2
	Слюда	2
	Кальцит	1
	Плагиоклаз	1
Акцессорные	Пирротин	2
	Пирит	
	Халькопирит	
	Апатит	
	Гранат	
Сумма:		100

Магнетит развит преимущественно в железистых кварцитах, главным образом в рудных и смешанных слоях. В подчиненном количестве магнетит встречается в амфиболитах и кварцевых породах.

4.6 Попутные полезные ископаемые и полезные компоненты

В ходе геологоразведочных работ 1987-90 гг. с целью комплексной оценки месторождений железистых кварцитов Северо-Восточной полосы, наряду с исследованиями вещественного состава руды, изучались зоны с видимой сульфидной минерализацией на золото, платину и палладий, цветные металлы и др.

Золото. В основной части проанализированных проб содержание металла ниже порога чувствительности анализа (0,0005 г/т), в единичных пробах содержания достигают 0,1-0,2 г/т. Содержание золота по результатам спектрозолотометрического анализа малообъемных технологических проб месторождения Печегубское достигает максимально 0,006 г/т.

Платина и палладий. Анализ проб, отобранных из сульфидизированных зон Северо-Восточной полосы, показал, что содержание металлов в большинстве случаев ниже порога чувствительности количественного спектрального анализа, в единичных пробах содержание палладия достигало 0,006 г/т.

Цветные металлы. Спектральным анализом установлено, что медь, никель и кобальт в рудах и зонах сульфидной минерализации значительные концентрации не образуют и практического интереса не представляют.

Германий. Согласно данным полуколичественного спектрального анализа содержание германия в рудах района колеблется в пределах от $2 \cdot 10^{-4}$ до $5 \cdot 10^{-4}\%$. Таким образом проявления германия в железных рудах промышленного интереса не представляют.

Сырье для производства щебня. Вскрышные и вмещающие породы Печегубского месторождения представлены гнейсами, гранито-гнейсами, долеритом и пегматитами. По аналогии с обрабатываемыми месторождениями Заимандровского железорудного района (Комсомольское и др.) можно предположить пригодность вскрышных пород для производства щебня. Однако отсутствует потребность в щебне в таких объемах. Все существующие потребности покрывают мощности действующего щебеночного завода АО «Олкон».

4.7 Отходы производства

Основным источником образования отходов при отработке Печегубского месторождения являются горные работы. Отходы производства, образующиеся при разработке карьера – это вскрышные породы в смеси практически неопасные (код отхода по ФККО 2 00 190 99 39 5).

Вскрышные породы размещаются во внешнем отвале в непосредственной близости от границ карьера. Данным проектом предусматривается формирование и размещение вскрышных пород в собственном отвале в пределах земельного отвода, транспортирование – собственным грузовым автомобильным транспортом.

Отвал располагается на безрудных площадях, не препятствует развитию горных работ в карьере и формируется с учетом требований безопасности.

Объем вскрышных пород, размещаемый в отвале за рассматриваемый I этап отработки (до 2032 г) составит 69 119,9 тыс. м³ (в плотном теле).

Отходы обогащения не рассматриваются, так как обогащение руды проектом не предусматривается.

5 КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Печегубское месторождение относится к Заимандровскому железорудному району, приуроченному к центральной части Печенгско-Варзугской синклинойной зоны северо-западного простирания.

Железистые кварциты сосредоточены в центральной части средней подтолщи и залегают согласно с вмещающими гнейсами. В плане они слагают серию разномасштабных линзовидных тел. Наиболее крупные из них образуют три пространственно сближенные залежи, которые в совокупности с тяготеющими к ним маломощными линзами образуют месторождение. Падение залежей под углом 30-80 градусов на юго-восток, протяженность залежей до 2050 м.

Условия залегания рудных тел Печегубского месторождения характеризуются в первую очередь следующими факторами:

- залегание рудных тел вблизи поверхности;
- средняя мощность рудных тел от 3-5 до 60 м;
- среднее содержание по железу общему 27,6 %, по железу магнетитовому 18,7 %.

В среднем объемная масса руды составляет 3,47 т/м³, скальных вмещающих пород 2,80 т/м³, рыхлых отложений 2,00 т/м³.

По геологическим данным выделение горючих и ядовитых газов не прогнозируется. Породы и руды месторождения являются не газоносными и нерадиоактивными, как в естественном залегании, так и после их извлечения из недр.

Взрывоопасность, пожароопасность рудной пыли и газов в соответствии с вещественным составом руд и пород, условиями и временем их формирования – исключаются.

В соответствии с общим сейсмическим районированием территории России 2016 года, Печегубское месторождение располагается в зоне, для которой характерна интенсивность землетрясения 5 баллов для вероятностей возможного превышения в течение 50-летнего срока 10% и 5%.

Печегубское месторождение расположено севернее озера Печгуба, которое соединяется с озером Большая Имандра, и характеризуется развитием поровых грунтовых вод в четвертичных отложениях, трещинных вод в зоне выветривания кристаллических пород, трещинно-жильных вод тектонических зон.

Все подземные воды безнапорные, открытого типа. Их питание происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка – за счет испарения и сброса в близлежащие водоемы и водотоки.

Горнотехнические условия месторождения Печегубское благоприятны для его разработки открытым способом.

6 ГРАНИЦЫ И ЗАПАСЫ УЧАСТКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

6.1 Существующее положение, параметры карьера

В настоящее время горные работы на Печегубском месторождении производятся в соответствии с проектом опытно-промышленной добычи.

Карьер №1 вскрыт на двух участках в южной и северной частях (участки №1 и №2 соотв.). В работе находятся горизонты +200 м и +185 м в северной части карьера, горизонт +200 м в южной части.

Автомобильные заезды, расположены со стороны лежачего бока рудных тел и обеспечивают транспортную связь рабочих горизонтов с отвалом вскрышных пород и экскаваторным перегрузочным пунктом.

Фактическое положение горных работ по состоянию на 01.01.2023 г. представлено на черт. П12179-00-200-ТОР, лист 1 и рис.6.1.

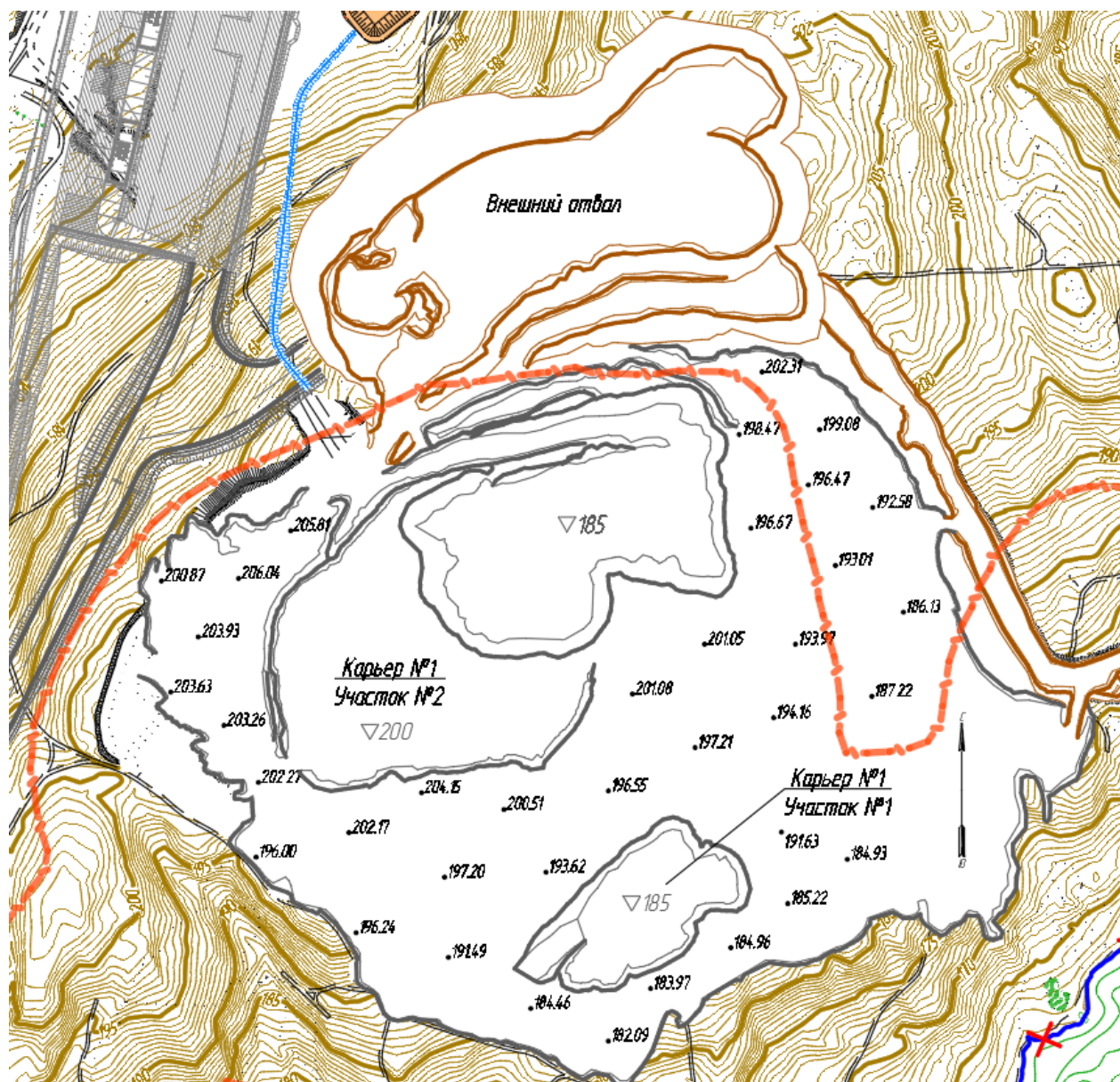


Рисунок 6.1 - Фактическое положение горных работ по состоянию на 01.01.2023 г.

Запасы руды, вовлекаемые в отработку Печегубским карьером и параметры карьера на конец отработки и на конец I этапа (рассматриваемый период) представлены в табл. 6.1.

Таблица 6.1 - Параметры Печегубского карьера на конец I этапа и на конец отработки

Наименование показателей	Ед. изм.	Значение	
		Конец I этап	Конец отработки
Горная масса	тыс. м ³	80 000	106 992,6
Геологические запасы руды	тыс. т	32 104,3	66 529,9
Эксплуатационные запасы руды	тыс. т	36 500,0	77 410,8
Вскрыша	тыс. м ³	69 119,9	84 684,0
Средний коэффициент вскрыши	м ³ /т	1,89	1,09
Отметка дна карьера (мин.)	м	+65	-85
Максимальная глубина карьера	м	146	296
Размеры по поверхности	длина	км	1900
	ширина	км	1200
Площадь карьера по поверхности, в т.ч.	га	120,97	120,97
– эксплуатационный участок Карьер №1	га	115,04	115,04
– эксплуатационный участок Карьер №2	га	5,93	5,93

6.2 Геологические запасы

В соответствии с протоколом заседания комиссии ГКЗ Роснедра № 7549 от 12.12.2023 г., всего на Печегубском месторождении предусматривается вовлечение в отработку **66 529,9 тыс. т** балансовых запасов руды, в том числе 65 675,5 тыс. т в Карьере №1 и 854,4 тыс. т в Карьере №2.

Настоящим проектом предусматривается отработка балансовых запасов руды в течение первых 10 лет (2023-2032 гг.) – I этапа – исходя из условия обеспеченности горных работ емкостью запроектированного внешнего автомобильного отвала.

Объем балансовых запасов руды Печегубского месторождения вовлекаемый в отработку на I этапе разработки карьера составит **32 104,3 тыс. т**, в том числе 31 249,9 тыс. т в Карьере №1 и 854,4 тыс. т в Карьере №2, что, с учетом принятых показателей потерь и засорения, обеспечит выемку 36 500,0 тыс.т эксплуатационных запасов.

Балансовые запасы, принятые для проектирования для условий открытой отработки Печегубского месторождения представлены в табл. 6.2.

Таблица 6.2 - Запасы, принятые для проектирования

Участок	Горизонт	Руда	Фемаг, масс%		Feобщ, масс%		S, масс%	
		тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т
Карьер №1	200	17,9	15,59	2,8	27,57	4,9	0,11	0,02
	185	1 162,9	16,18	188,2	27,6	320,9	0,15	1,8
	170	3 326,6	17,43	579,9	28,03	932,5	0,15	4,9
	155	5 386,9	18,12	976,1	27,76	1 495,1	0,16	8,8
	140	6 201,3	18,4	1 141,0	27,81	1 724,5	0,17	10,4
	125	6 142,5	18,6	1 142,2	27,82	1 708,6	0,17	10,7
	110	5 759,2	18,67	1 075,5	27,72	1 596,7	0,19	10,8
	95	5 097,4	18,74	955,2	27,52	1 402,8	0,19	9,9
	80	4 509,4	18,83	849,1	27,55	1 242,3	0,19	8,4
	65	3 878,6	18,8	729,3	27,58	1 069,7	0,18	7,0
	50	3 930,6	18,71	735,2	27,6	1 084,8	0,17	6,8
	35	3 723,8	18,88	703,2	27,73	1 032,6	0,16	6,1

Участок	Горизонт	Руда	Feмаг, масс%		Feобщ, масс%		S, масс%	
		тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т
	20	3 823,8	19,13	731,6	27,99	1 070,2	0,16	6,0
	5	3 602,8	19,45	700,8	27,97	1 007,9	0,16	5,6
	-10	3 108,3	19,47	605,3	27,73	862,1	0,15	4,8
	-25	1 989,7	19,48	387,6	26,74	532,1	0,16	3,2
	-40	1 508,8	19,2	289,7	26,05	393,1	0,16	2,5
	-55	1 184,7	18,77	222,4	25,65	303,9	0,17	2,0
	-70	908,2	18,38	166,9	25,39	230,6	0,19	1,7
	-85	412,0	18,24	75,1	25,15	103,6	0,2	0,8
Итого		65 675,5	18,66	12 257,1	27,59	18 119,0	0,17	112,1
Карьер №2	160	3,1	17,69	0,6	27,6	0,9	0,22	0,01
	145	281,0	17,47	49,1	26,32	74,0	0,22	0,6
	130	292,3	17,23	50,4	26,25	76,7	0,22	0,7
	115	223,6	17,57	39,3	26,7	59,7	0,23	0,5
	110	54,3	18,04	9,8	26,94	14,6	0,22	0,1
Итого		854,4	17,45	149,1	26,44	225,9	0,22	1,9
Всего		66 529,9	18,65	12 406,2	27,57	18 344,9	0,17	114,1

6.3 Обоснование граничного коэффициента вскрыши

Определение экономически целесообразных границ для разработки Печегубского месторождения открытым способом выполнено методом сравнения граничного и контурного коэффициентов вскрыши (ВНТП 35-86) в рамках технико-экономического обоснования постоянных разведочных кондиций и подсчета запасов железорудного месторождения Печегубское в Мурманской области (Протокол ГКЗ Роснедра № 7549 от 12.12.2023 г.).

Оптимизация рациональных границ карьера выполнялась по вариантам бортовых содержаний железа магнетитового 8%, 10% и 12% в специализированном программном обеспечении работающем с блочными компьютерными моделями месторождения. В качестве оптимального контура карьера выбирается максимальный, среди которых достигается условие, чтобы контурный коэффициент вскрыши был меньше граничного. Полученные оптимизационные оболочки карьеров по вариантам бортового содержания были использованы в качестве основы для отстройки проектных карьеров и последующего экономического обоснования постоянных разведочных кондиций. При отстройке карьеров по контурам оптимальных оболочек использованы параметры элементов конструкции бортов карьера, обеспечивающие безопасную и производительную работу открытого рудника на весь период эксплуатации.

В настоящей проектной документации в качестве проектного карьера принят экономически обоснованный в ТЭО карьер отстроенный по оптимальной оболочке для варианта бортового содержания железа магнетитового – 10%.

7 УСТОЙЧИВОСТЬ УСТУПОВ, БОРТОВ КАРЬЕРА И ОТВАЛОВ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД

Расчет устойчивости уступов, бортов карьера и отвала вскрышных пород выполнен в соответствии с требованиями ФНиП в области промышленной безопасности «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов», утверждены приказом Ростехнадзора от 13.11.2020 г. № 439 (далее ФНиП «Правила обеспечения устойчивости...»).

Источником основных исходных данных, в том числе результаты определения физико-механических характеристик грунтов основания отвала, является «Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации». Инженерно-геологические изыскания осуществлялись ООО «СевИнжГео» в 2021 году.

Внешний отвал вскрышных пород не входит в объем проектирования настоящей проектной документации и рассмотрен в отдельном «Проекте автомобильных отвалов пустых пород и рыхлой вскрыши Печегубского месторождения железистых кварцитов», выполненном ООО «СПб-Гипрошахт» в 2022 г. и получившем положительное заключение Государственной экспертизы. Представленный раздел по устойчивости отвала выполнен в соответствии с расчетами и положениями «Проекта автомобильных отвалов ...».

7.1 Физико-механические свойства пород и руд

Ниже (табл. 7.1, табл. 7.2) приведена сводная таблица показателей ФМС грунтов месторождения, исследованных в ходе инженерно-геологических изысканий, выполненных в 2021 г (ООО «СевИнжГео»).

Сведения о показателях ФМС руд и коренных пород, не исследованных в ходе инженерно-геологических изысканий на Печегубском месторождении, приводятся по аналогии с близлежащим Комсомольским месторождением (табл. 7.3).

Физико-механические характеристики отвальной массы и основания внешнего отвала приведены в табл. 7.4.

Таблица 7.1 – Физико-механические свойства нескальных грунтов

Номер ИГЭ	Наименование грунтов	Нормативные значения характеристик грунтов										
		Коэфф. пористости e , ед.	Влажность w , д.е.	Коэфф. водонасыщения S_r , д.е.	Плотность частиц грунта ρ_s , т/м ³	Плотность ρ , т/м ³	Удельный вес γ , кН/м ³	Угол вн. трения φ , град.	Сцепление C , кПа	Модуль деформации E , Мпа	Коэфф. фильтрации k , м/сут	Категория грунтов по сейсмическим свойствам
1	Почвенно-растительный слой					1,20	12,0	Подлежит срезке				III
2	Торф	9,471	6,12	0,97	1,50	1,02	10,2	Подлежит выторфовке			0,01-0,15	III
3	Песок мелкий	0,662	0,18	0,71	2,67	1,89		36	3,6	31	1,0-1,5	III
4	Валунный грунт с содержанием валунов 50-100%	0,15	0,04	0,73	2,72	2,46	24,6	-			0,5-1,0	II
5	Нерасчлененные ледниковые (моренные) отложения	0,520	0,12	0,61	2,71	2,00	20	40	7	33,2	0,5-1,0	III
6	Песок пылеватый	0,497	0,14	0,51	2,65	1,94	19,4	39	7,2	35,4	0,5-1,0	III
7	Суглинок лёгкий пылеватый	0,764	0,22	0,85	2,84	1,98	19,8	32	25,1	17,3	0,005-0,05	II
8	Песок мелкий коричневатого-серый с включением дресвы 5-10%	0,539	0,17	0,83	2,69	2,03	20,3	30	36,2	28,3	1,0-1,5	III
9	Дресвяный грунт	0,566	0,18	0,86	2,71	2,04	20,4				0,5-1,0	II
10	Щебенистый грунт	0,299	0,09	0,79	2,68	2,25	22,5				0,5-1,0	II

Таблица 7.2 – Физико-механические свойства скальных грунтов

Номер ИГЭ	Наименование и грунтов	Нормативные значения характеристик грунтов				Категория по сейсмическим свойствам	Трудность разработки	
		Плотность ρ , т/м ³	Удельный вес γ , кН/м ³	Предел прочности на одноосное сжатие R_c в водонасыщенном состоянии с учетом коэффициента снижения прочности K_s , МПа	Коэффициент фильтрации k , м/сут		ГЭСН 81-02-01-2020	ГЭСН 81-02-03-2020
11	Скальный грунт: преимущественно гранодиорит, реже гранит, сильнотрещиноватые (RQD=41-49%)	2,65	26,5	13,18	70-150	II	19в	19в
12	Скальный грунт: преимущественно гранодиорит, реже гранит, слаботрещиноватые (RQD=81-100%)	2,79	27,9	82,24	0,001-0,01	I	19е	19е

Таблица 7.3 – Физико-механические свойства основных разновидностей пород

Породы	Показатели физико-механических свойств							
	Об.масса, г/см ³	Кэфф. креп. по Протодея конову	Прочн. при растяж., кг/см ²	Прочн. при сжатии, кг/см ²	Сцепление, МПа	Угол внутр. трения, град.	Модуль упругости, $\times 10^5$ кг/см ²	Кэфф. Пуассона
Железистые кварциты	3.37	18	1780	170	28,2	37,8	6.2	0.31
Гнейсы	2.72	15	1370	105	23,0	29	5.2	0.26
Пегматиты	2.65	15	1440	80	9,94	34	4.6	0.26

Таблица 7.4 – Физико-механические характеристики пород внешнего отвала и его основания

Наименование пород	плотность γ , т/м ³	сцепление C , т/м ²	Характеристики пород		
			угол внутреннего трения ϕ , град.	сцепление C , т/м ²	угол внутреннего трения ϕ , град.
<i>Отвальная масса</i>					
Смесь песчано-глинистых и гравелистых пород (моренные отложения)	2,00	0,70	28	0,58	23,9
Скальная отвальная масса (гранодиорит, гранит)	2,65	0,30	37	0,25	32,1
<i>Основание внешнего отвала</i>					
ИГЭ-3 Песок мелкий	1,89	0,36	36	0,3	27,5
ИГЭ-4 Валунный грунт	2,46	-	-	-	-
ИГЭ-5	2,00	0,70	40	0,6	35,0

Наименование пород	плотность γ , т/м ³	сцепление C , т/м ²	Характеристики пород		
			угол внутреннего трения ϕ , град.	сцепление C , т/м ²	угол внутреннего трения ϕ , град.
Нерасчлененные ледниковые (моренные) отложения					
ИГЭ-6 Песок пылеватый	1,94	0,72	39	0,6	34,0
ИГЭ-7 Суглинок легкий пылеватый	1,98	2,51	32	2,1	27,5
ИГЭ-8 Песок мелкий	2,03	3,62	30	3,0	25,7
ИГЭ-9 Дресвяный грунт	2,04	-	-	-	-
ИГЭ-10 Щебенистый грунт	2,25	-	-	-	-

7.2 Расчёт устойчивости уступов и бортов карьера

7.2.1 Оценка физико-механических свойств пород в массиве

На основе актуальных инженерно-геологических данных о физико-механических свойствах скальных пород Печегубского месторождения наиболее точный анализ массива горных пород осуществляется посредством представления его в виде вмещающих пород и кварцитов. Физико-механические свойства и степень структурной нарушенности вмещающих пород приняты по результатам ИГИ, проведенных на месторождении для ИГЭ-12 – гранодиорит, для кварцитов используются значения, полученные для Комсомольского месторождения, ввиду его непосредственной близости с рассматриваемым. Данный подход не приводит к существенному завышению коэффициента запаса устойчивости бортов карьера, поскольку степень структурной нарушенности массива принята равной верхним ИГЭ скальных пород.

В дальнейшем необходима переоценка коэффициента запаса устойчивости на основе актуализированных инженерно-геологических сведений о состоянии породного массива Печегубского месторождения.

В соответствии с требованиями ФНиП «Правила обеспечения устойчивости...» для оценки сцепления скальных пород в массиве используется формула:

$$C_n = C' + \frac{C_o - C'}{1 + \alpha \cdot \ln(H \cdot W)} \approx C_o \frac{1}{1 + \alpha \cdot \ln(H \cdot W)} = C_o \lambda \quad (7.1)$$

где: C_o и C' - сцепление монолитной породы и контактов, МПа; α – коэффициент, зависящий от C_o и формы породных блоков, определяемый по табл. 2 прил. 7 ($\alpha=3$ для пород средней прочности – вмещающие породы, $\alpha=4$ для прочных пород – кварциты) (ФНиП «Правила обеспечения устойчивости...»), W – интенсивность трещиноватости

массива (количество трещин на 1 п. м.), т.е. величина, обратная среднему размеру структурных блоков; λ - коэффициент структурного ослабления; H – высота борта.

Высота скального борта на конечном контуре карьера достигает 240 м. Количество трещин на 1 п. м. рассчитывается по результатам картирования уступов. Качество пород по критерию RQD составляет 90. Количество трещин на 1 п. м. определяется из уравнения:

$$RQD = 100 \cdot e^{-0.1 \cdot W} \cdot (0.1 \cdot W + 1), \quad (7.2)$$

$$W = 5 \text{ м}$$

Подставляя исходные данные в (1.1) получаем величины коэффициентов структурного ослабления для гранодиорита и кварцита, соответственно $\lambda_r=0,044$, $\lambda_k=0,033$. Физико-механические свойства обводнённых пород в массиве приведены в табл. 7.5.

Таблица 7.5 – Физико-механические свойства обводнённых пород в массиве

Материал	Удельный вес, кН/м ³	Критерий прочности	Сцепление, кПа	Угол внутреннего трения, °
Нескальный грунт	26.36	Кулона - Мора	36.2	30
Морена	26.34	Кулона - Мора	7	40
Кварциты	29.9	Кулона - Мора	932.1	37.8
Вмещающие породы, гранодиорит	27.34	Кулона - Мора	343.1	39.3

7.2.2 Нагрузки и воздействия

В качестве нагрузок, определяющих устойчивость приняты статические нагрузки (от собственного веса пород) согласно горно-геологическим условиям разработки, представленных в разд. 3.3.

7.2.3 Расчётные сечения бортов карьера

Расчёт устойчивости бортов карьера проводился по одиннадцати профильным линиям (1–1 – 11–11).

План с расположением расчетных сечений бортов карьера представлен на рис. 7.1.

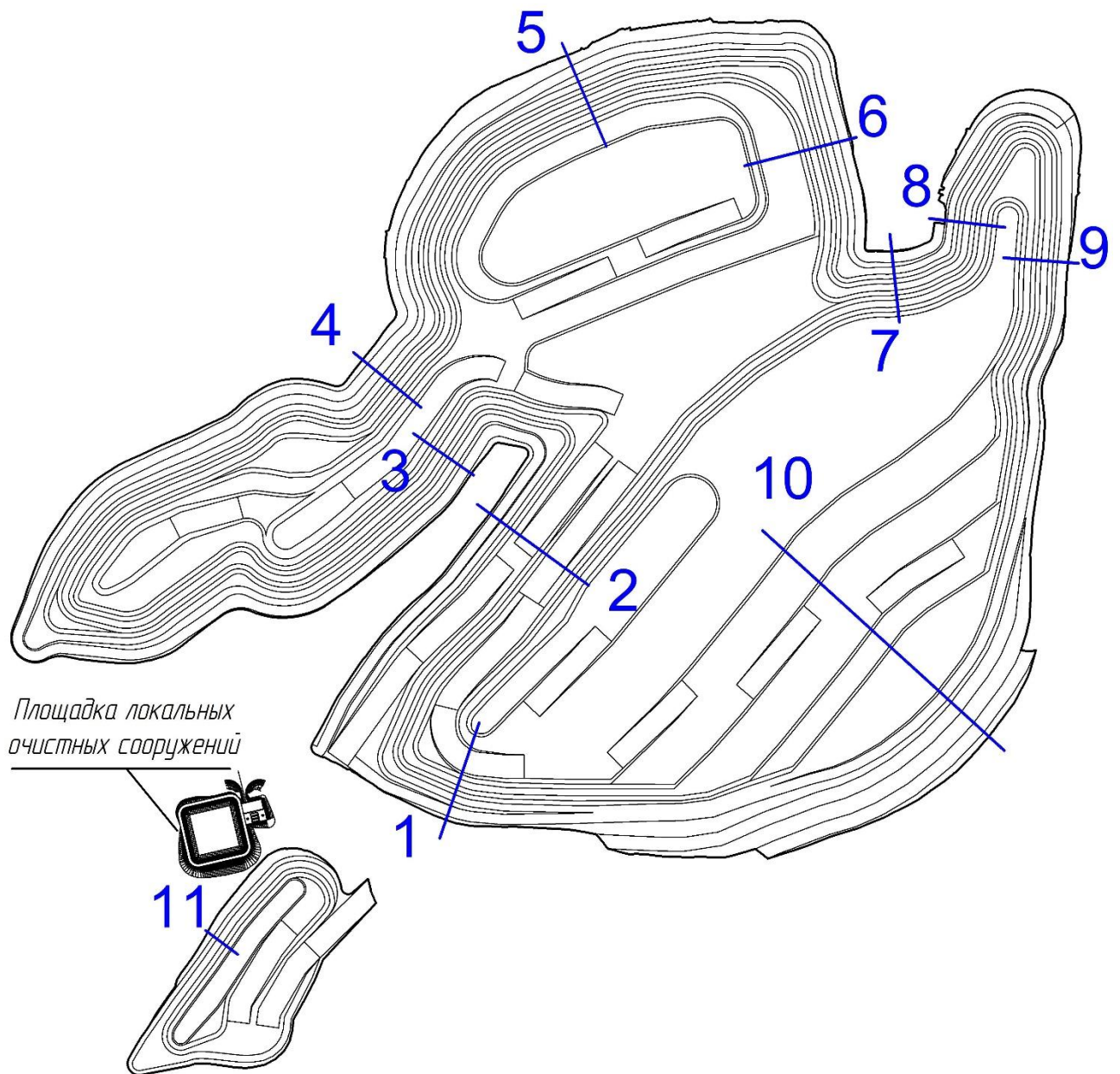


Рисунок 7.1 - План расположения сечений бортов карьера

Характерные геологические разрезы карьера представлены на **рис. 7.2.**

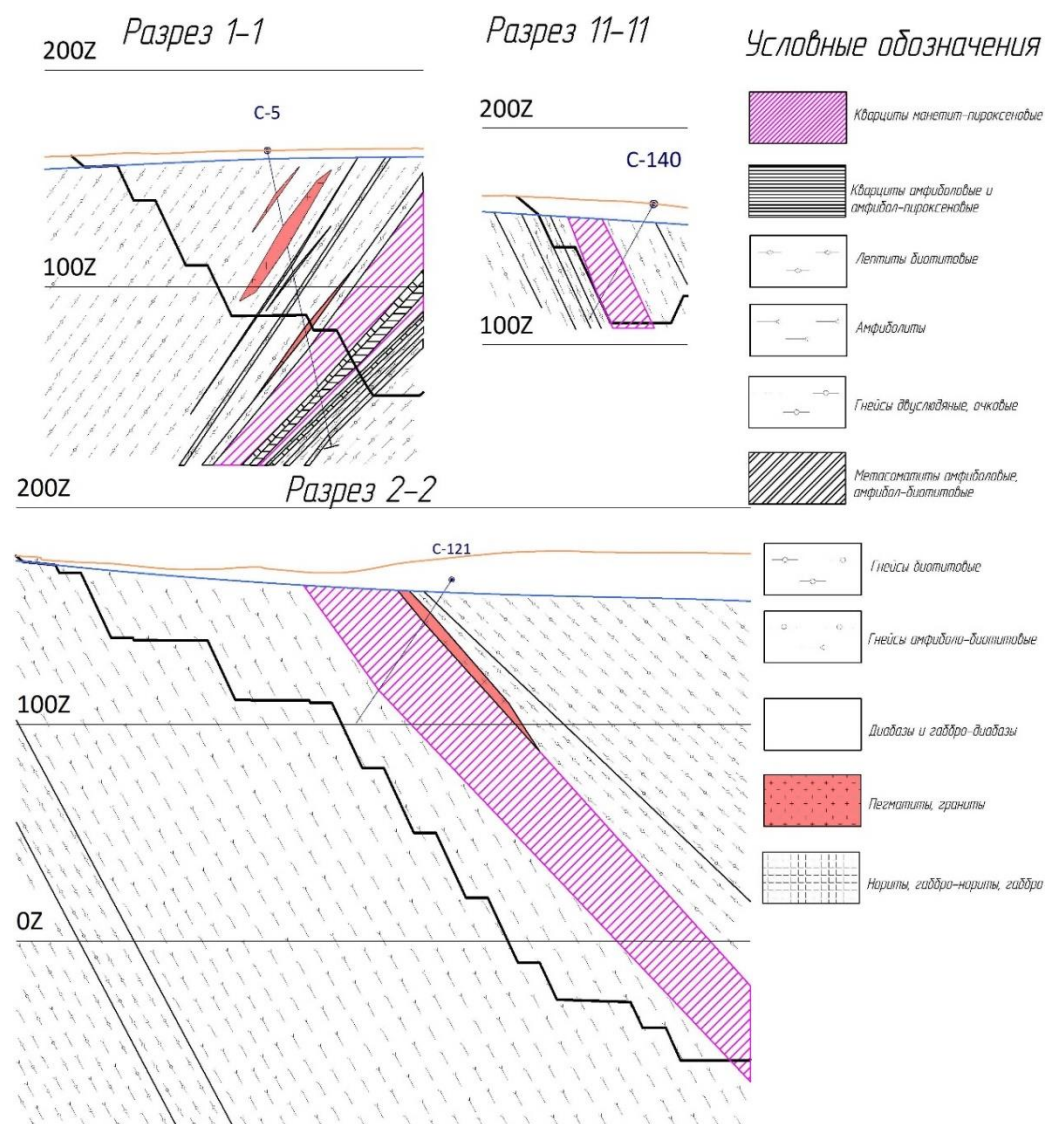


Рисунок 7.2 - Разрезы карьера по профильным линиям 1 – 1, 2 – 2 и 11 – 11

7.2.4 Общие расчётные положения оценки устойчивости

Для расчёта устойчивости применялся программный комплекс Slide 2. Разрезы отстраивались особым образом в программе AutoCAD и затем импортировались в программу Slide 2. В программе присваивались, на основании теории прочности Кулона-Мора, физико-механические свойства слагающих борт пород.

7.2.5 Обоснование коэффициента запаса по устойчивости

В окрестности юго-западного участка карьера с расчетным профилем 11 – 11 расположена площадка локальных очистных сооружений – ответственное сооружение, что повышает требования к нормативному коэффициенту запаса устойчивости. Нормативные значения коэффициентов запаса устойчивости для бортов карьера при скальных и полускальных породах – таблица 1, приложение 4 (ФНиП «Правила обеспечения устойчивости...»), табл. 7.6.

Таблица 7.6 – Нормативное значение коэффициента запаса устойчивости

Наименование объекта	Статическое воздействие	При наличии ответственных сооружений
Борт	1,30	1,50

7.2.6 Расчётная (численная) модель оценки устойчивости бортов карьера

Расчётная модель представляет из себя сечение, ограниченное по бокам и снизу прямыми границами, а сверху геометрией карьера и поверхности земли. Модель разделена на участки с различными физико-механическими свойствами материалов (горных пород). Обводнённость массива горных пород 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.

Оценка устойчивости бортов карьера произведена по методу Спенсера, Morgenstern-Price и по упрощенному методу Бишоп, т.к. данные методы удовлетворяют трём уравнениям равновесия.

Для возможности построения модели были сделаны следующие допущения:

- ИГЭ в массиве горных пород представлены гранодиоритами и, железистыми кварцитами на основании имеющихся данных о месторождении;
- границы распространения ИГЭ продлены прямыми линиями;
- границы модели расширены в горизонтальном направлении для возможности учёта уровня грунтовых вод;
- информация о наличии тектонических трещин отсутствует;
- массив горных пород обводнённый.

Согласно п. 1.3 отчета и положениям ФНиП «Правила обеспечения устойчивости...» сейсмические воздействия при определении коэффициентов запаса не учитываются.

В данном случае было подготовлено одиннадцать моделей бортов карьера по профильным линиям 1–1 – 11–11. Расчет устойчивости бортов проводился для наиболее опасного расчетного случая – обводнённый массив.

Примеры моделей для сечений бортов карьера представлены на **рис. 7.3, рис. 7.4, рис. 7.5, рис. 7.6, рис. 7.7, рис. 7.8, рис. 7.9, рис. 7.10, рис. 7.11, рис. 7.12 и рис. 7.13.**

В **табл. 7.7** указаны значения физико-механических свойств пород в расчетных моделях.

Таблица 7.7 – Физико-механические свойства пород в расчетных моделях

Материал	Цвет	Удельный вес, кН/м ³	Критерий прочности	Сцепление, кПа	Угол внутреннего трения, °
Нескальный грунт	Желтый	26.36	Кулона - Мора	36.2	30
Морена	Оливково-зеленый	26.34	Кулона - Мора	7	40
Кварциты	Оранжевый	29.9	Кулона - Мора	932.1	37.8
Вмещающие породы, гранодиорит	Синий	27.34	Кулона - Мора	343.1	39.3

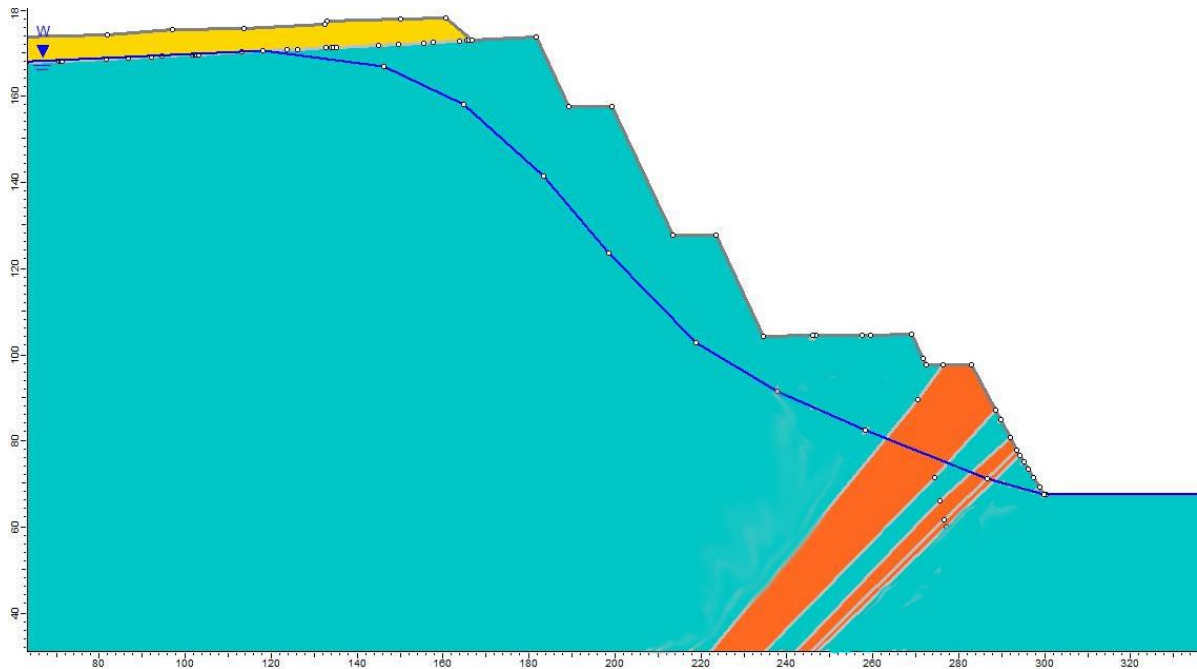


Рисунок 7.3 - Сечение карьера по профильной линии 1-1

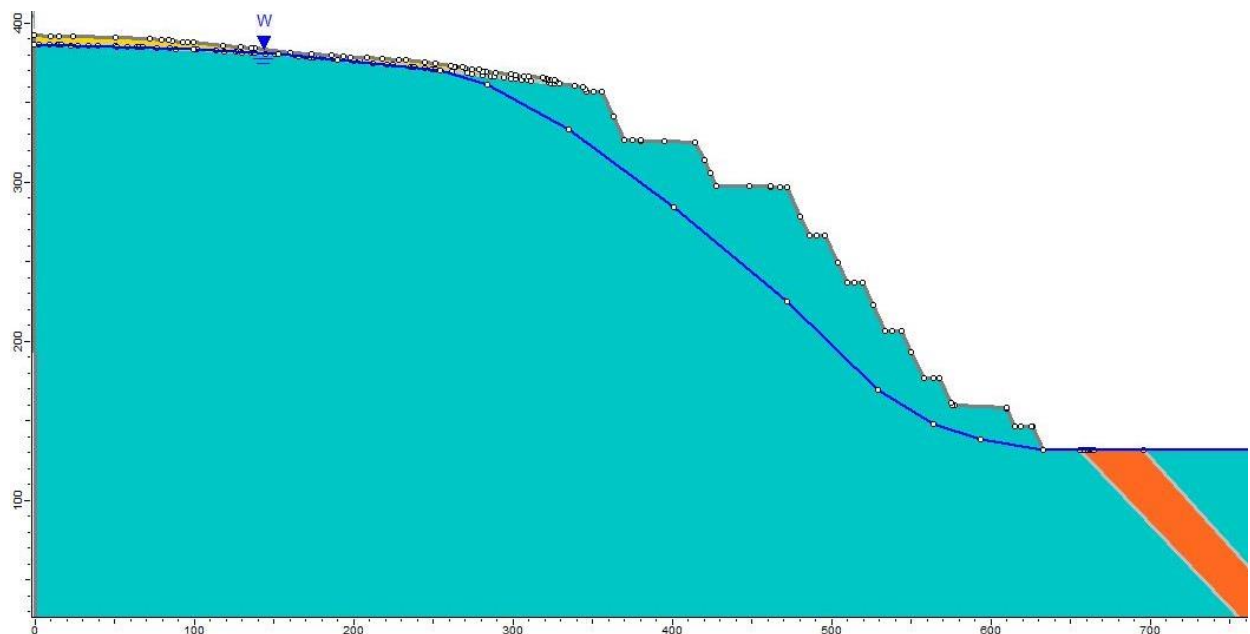


Рисунок 7.4 - Сечение карьера по профильной линии 2-2

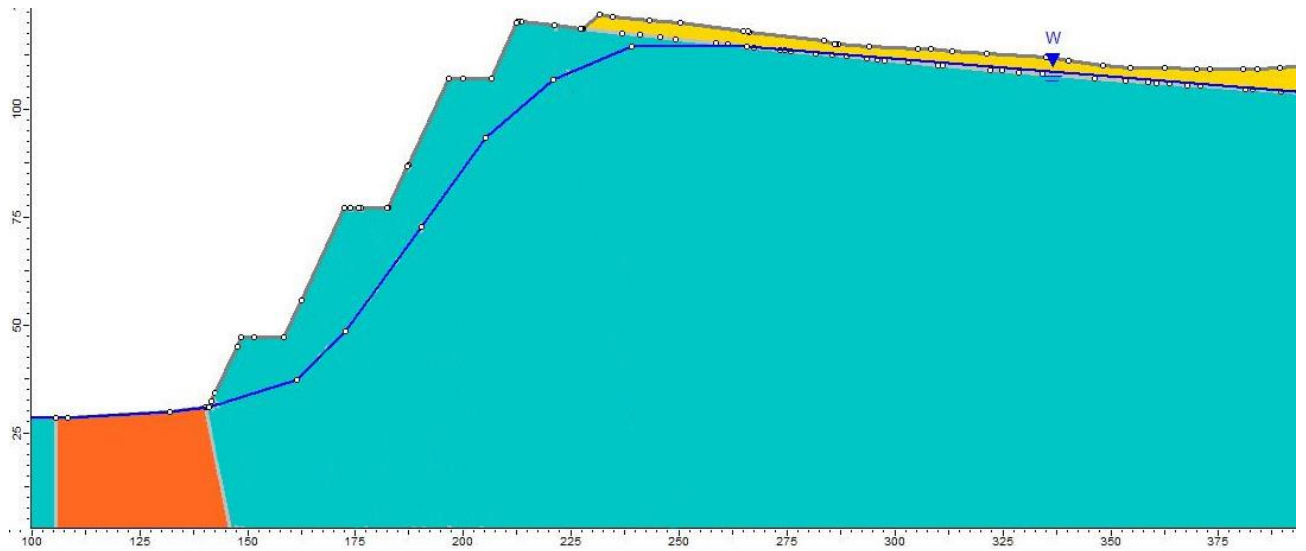


Рисунок 7.5 - Сечение карьера по профильной линии 3-3

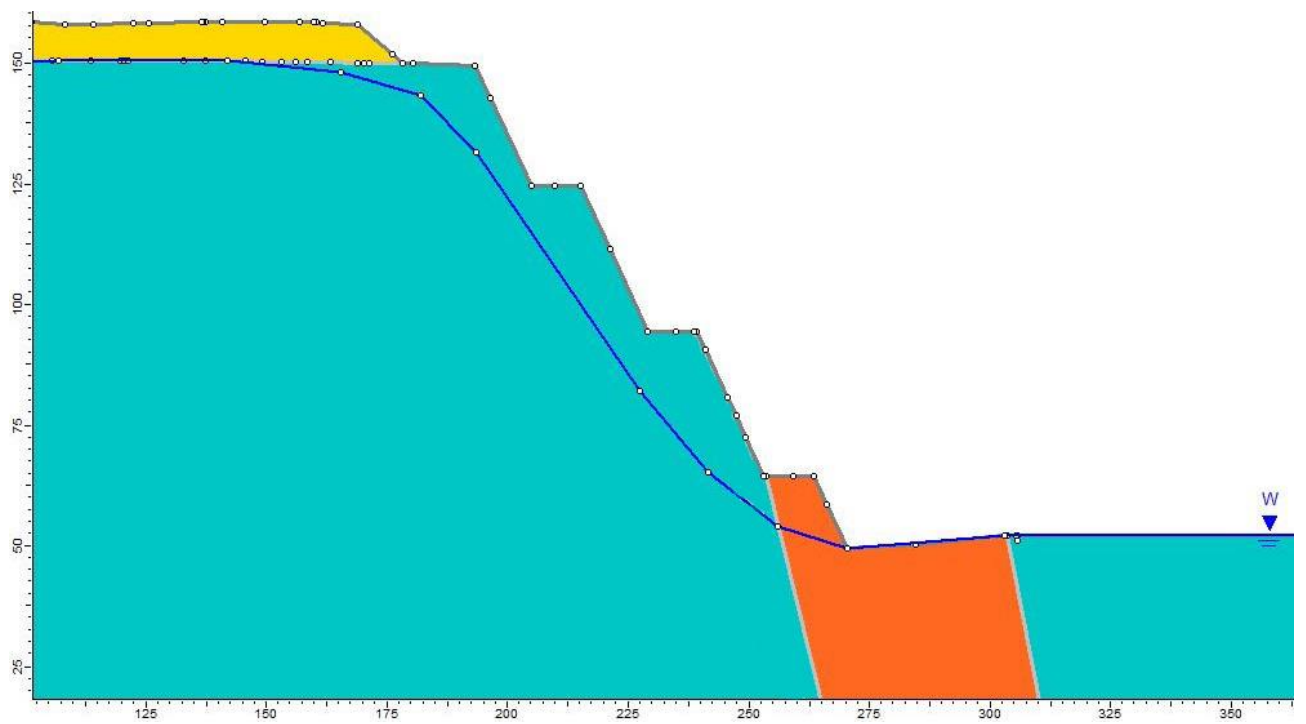


Рисунок 7.6 - Сечение карьера по профильной линии 4-4

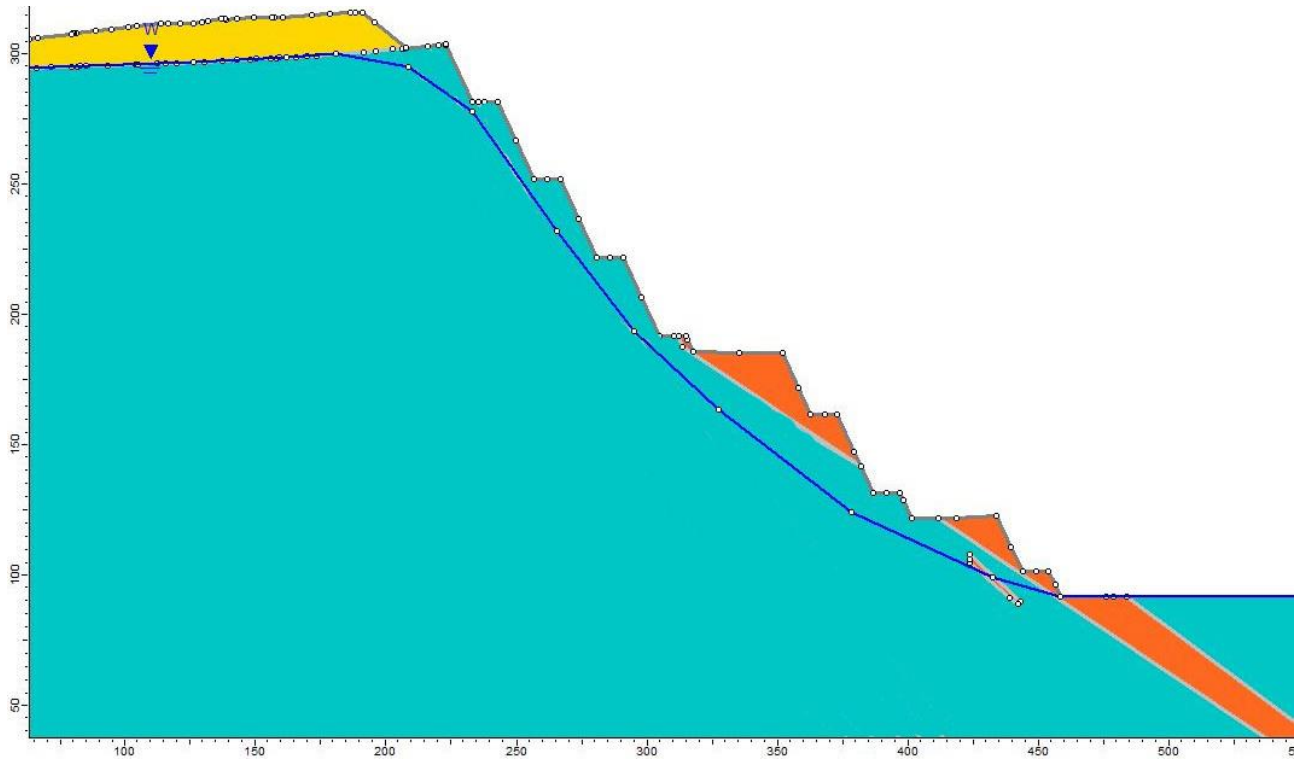


Рисунок 7.7 - Сечение карьера по профильной линии 5-5

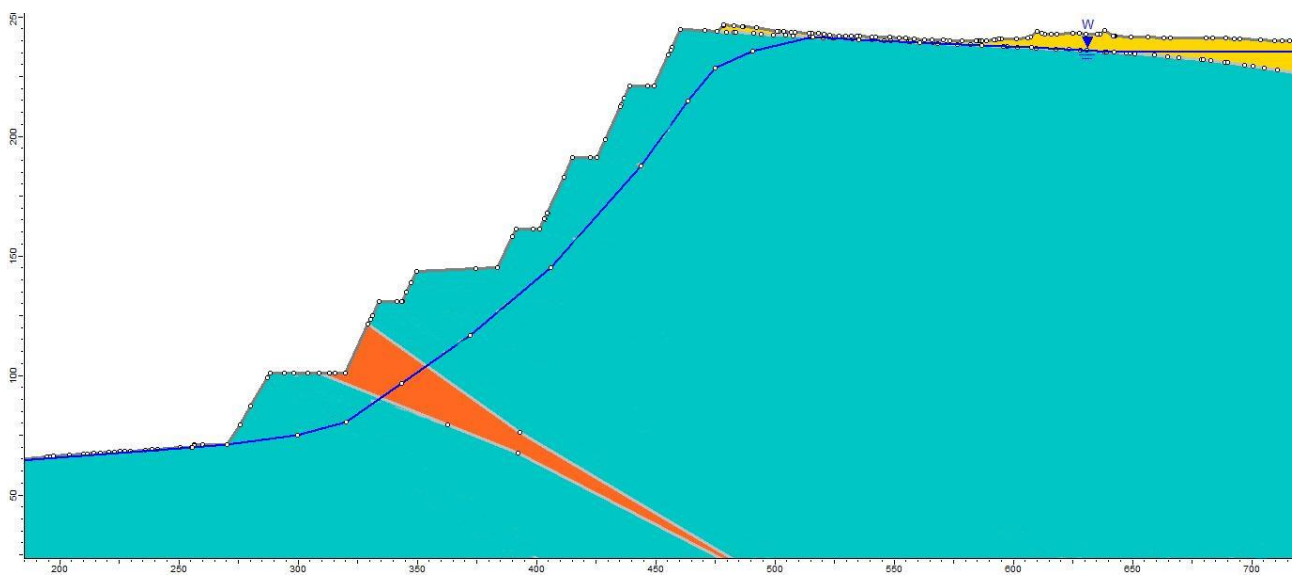


Рисунок 7.8 - Сечение карьера по профильной линии 6-6

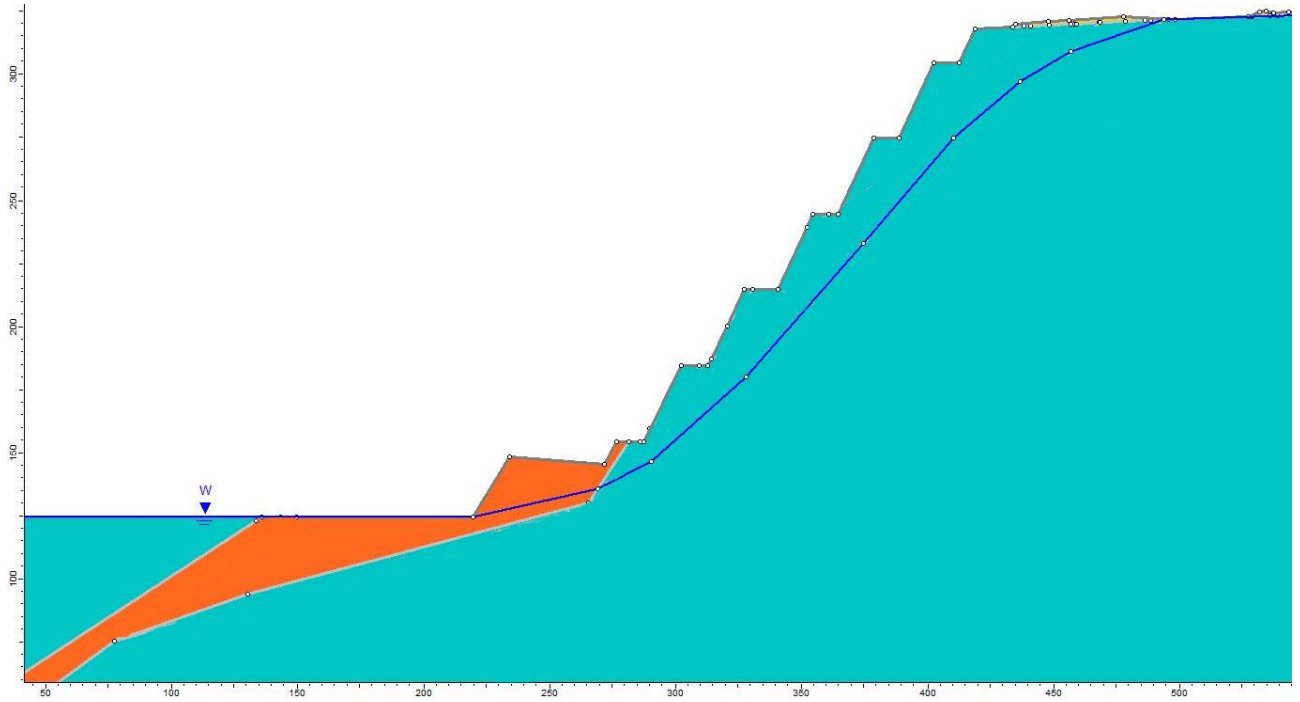


Рисунок 7.9 - Сечение карьера по профильной линии 7-7

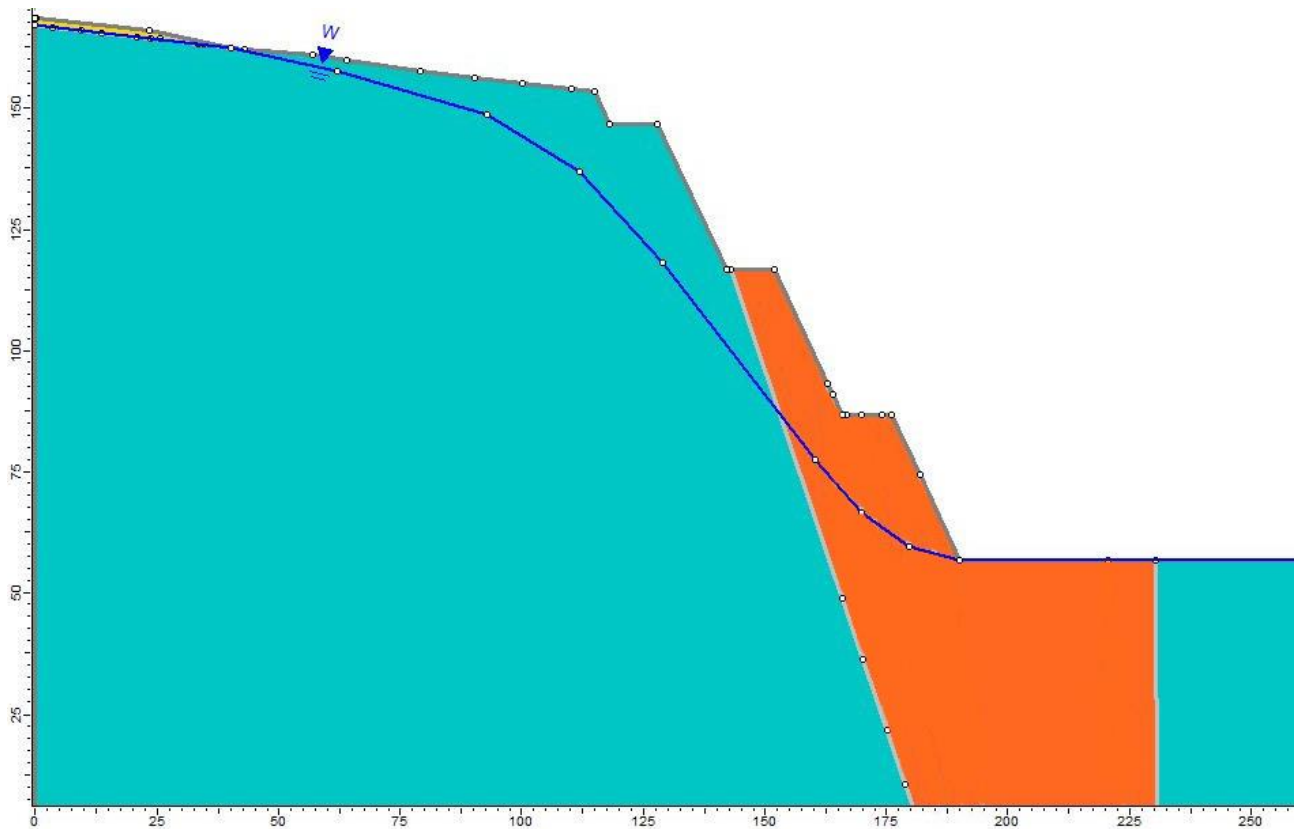


Рисунок 7.10 - Сечение карьера по профильной линии 8-8

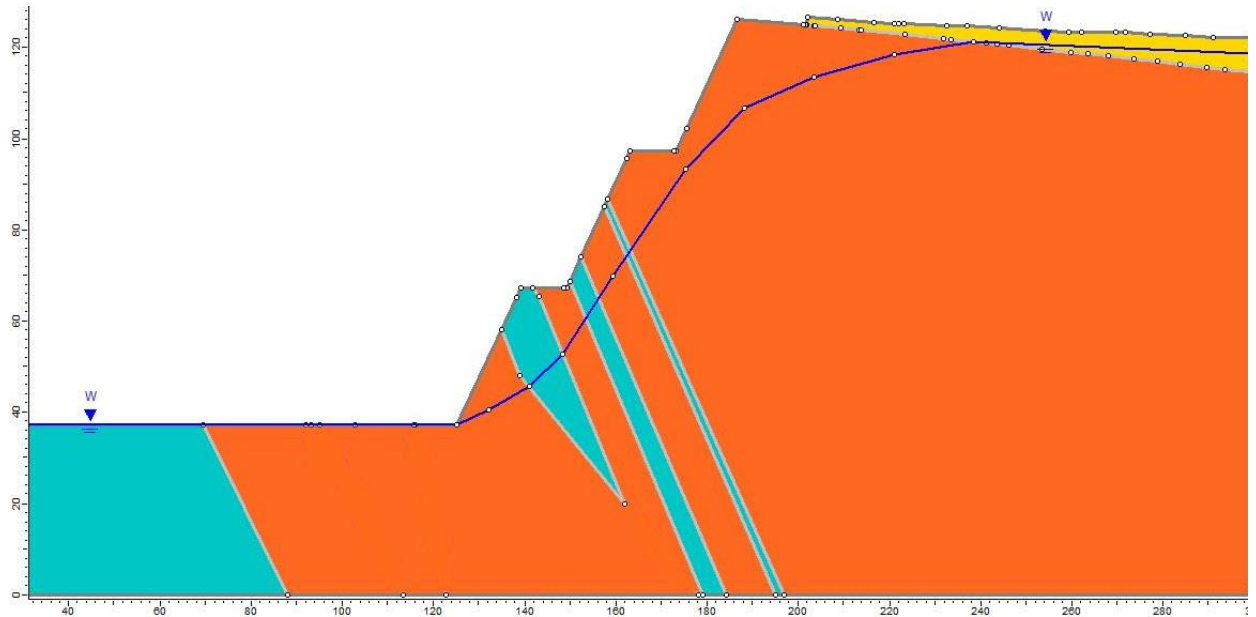


Рисунок 7.11 - Сечение карьера по профильной линии 9-9

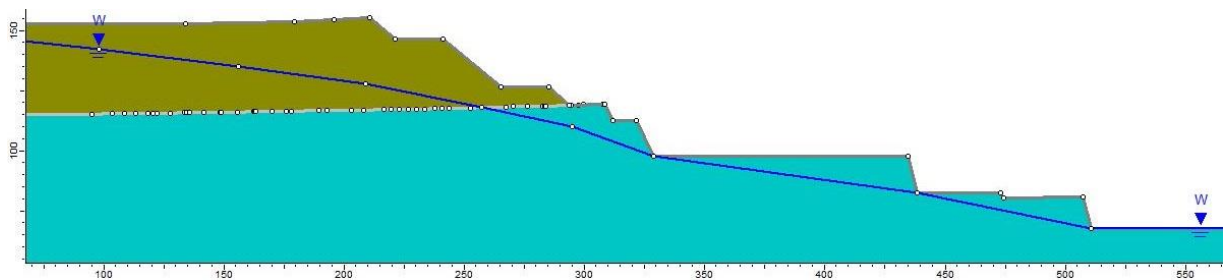


Рисунок 7.12 - Сечение карьера по профильной линии 10-10

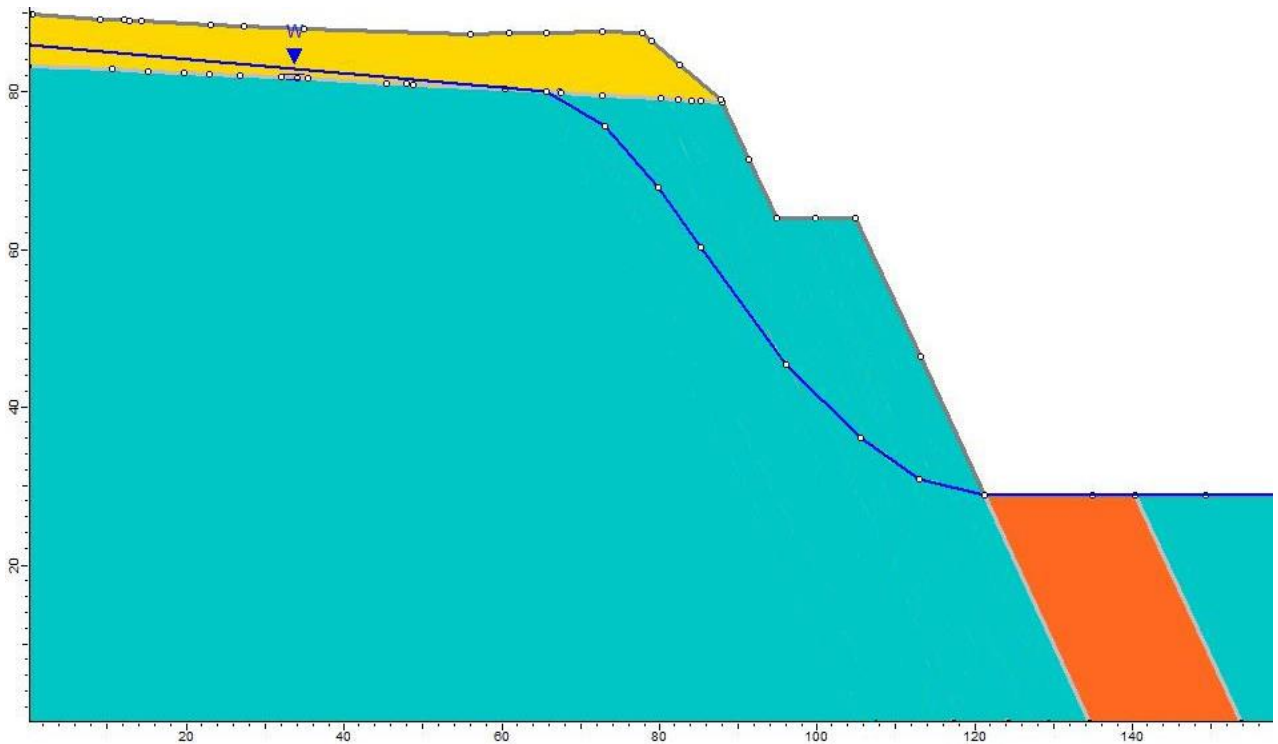


Рисунок 7.13 - Сечение карьера по профильной линии 11-11

7.2.7 Результаты оценки устойчивости бортов карьера

В табл. 7.8 представлены результаты оценки устойчивости бортов карьера.

Таблица 7.8 – Значения коэффициентов запаса для бортов карьера

Расчётное сечение	Схема нагружения	Расчётный метод	Значения коэффициента запаса	Нормативное значение коэффициента запаса
1	Статическое нагружение, обводнённый массив	Spencer	2.16	1.30
2			1.58	1.30
3			1.84	1.30
4			1.71	1.30
5			1.45	1.30
6			1.78	1.30
7			1.41	1.30
8			1.99	1.30
9			2.79	1.30
10			1.31	1.30
11			2.17	1.50

На рис. 7.14 представлен план с результатами расчётов устойчивости бортов карьера в условиях обводнённости. Положения наиболее опасных поверхностей скольжений для каждого из расчетных сечений, представлены на рис. 7.15, рис. 7.16, рис. 7.17, рис. 7.18, рис. 7.19, рис. 7.20, рис. 7.21, рис. 7.22, рис. 7.23, рис. 7.24 и рис. 7.25.

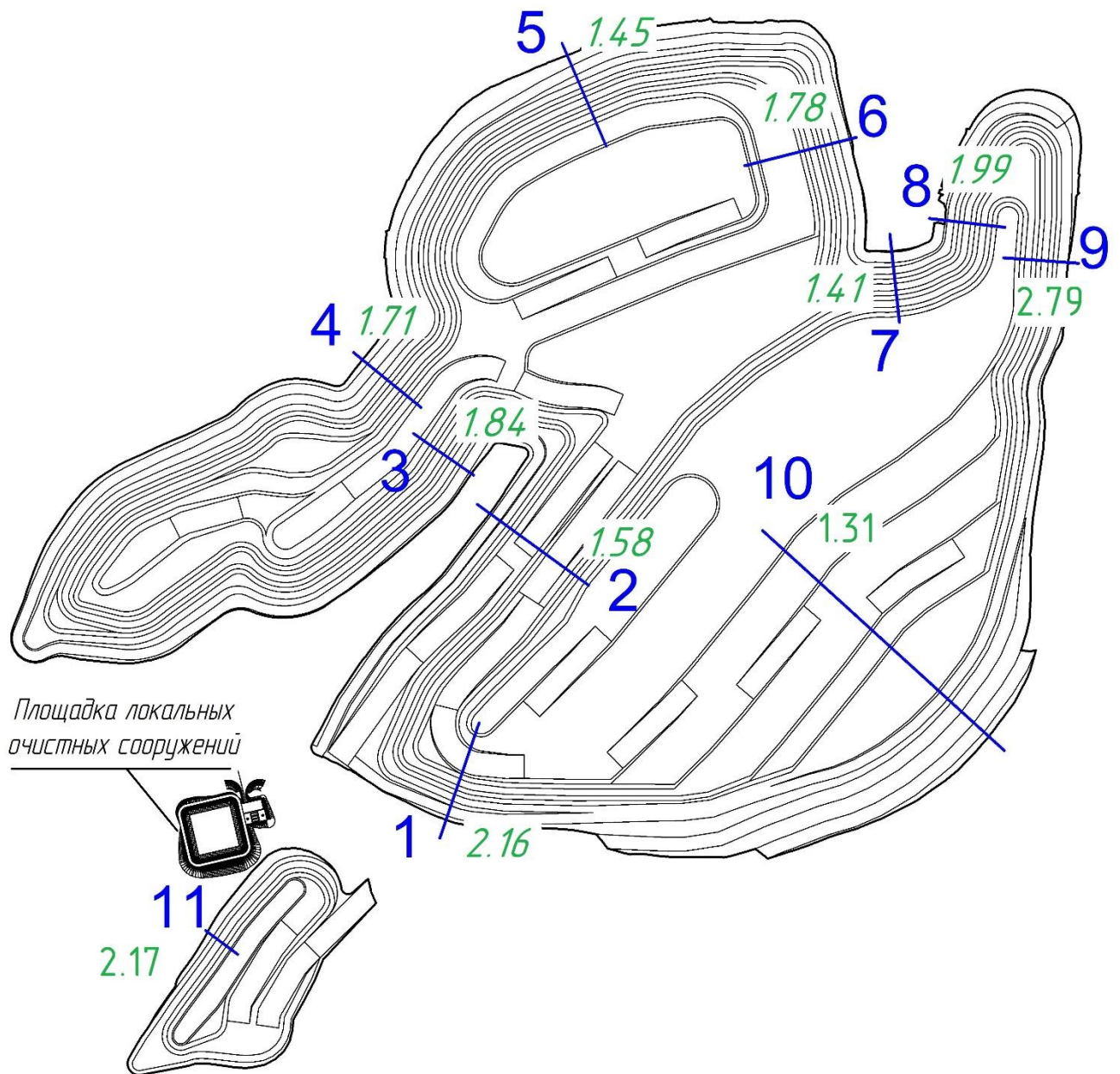


Рисунок 7.14 - План с результатами расчётов устойчивости бортов карьера

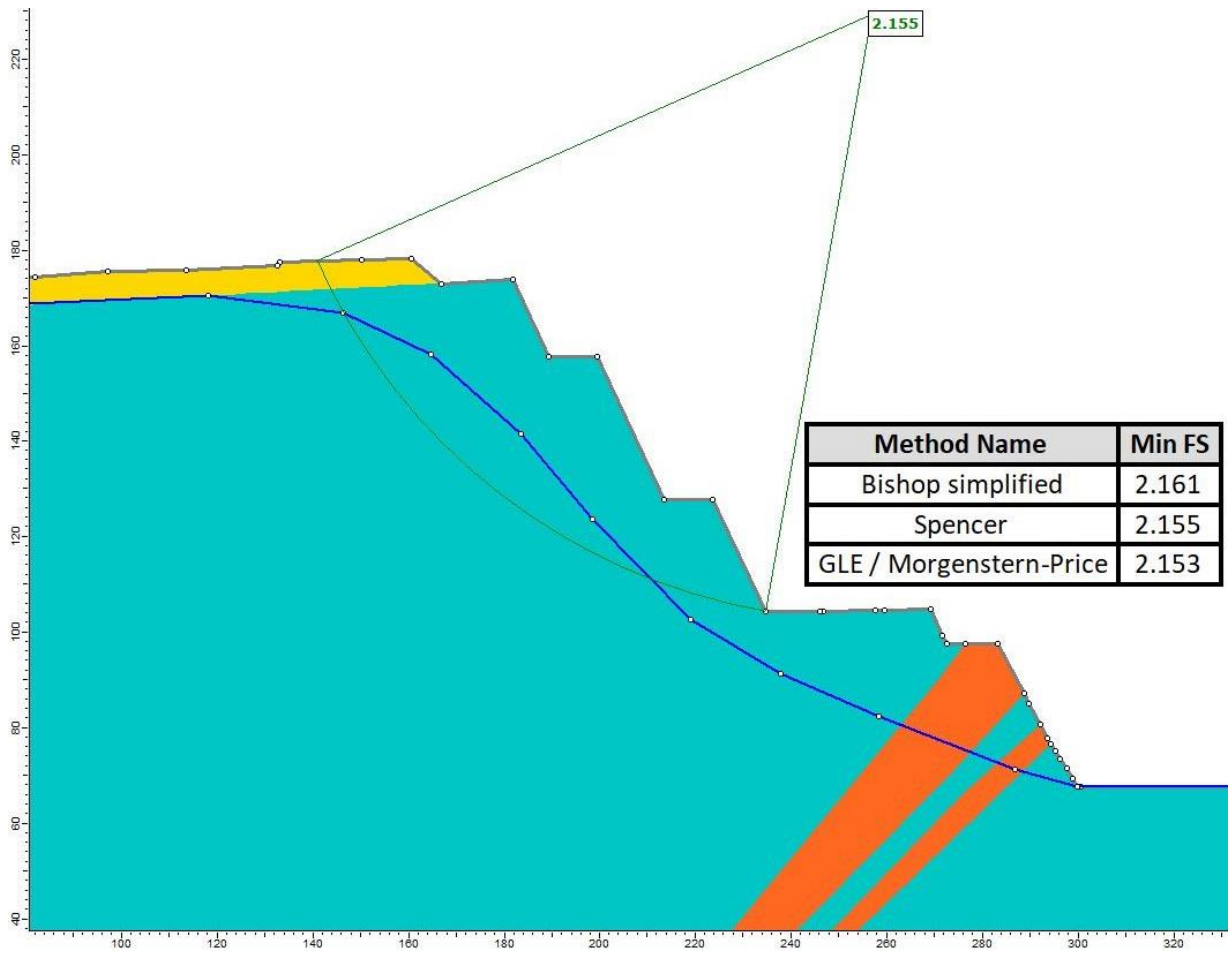


Рисунок 7.15 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 1-1

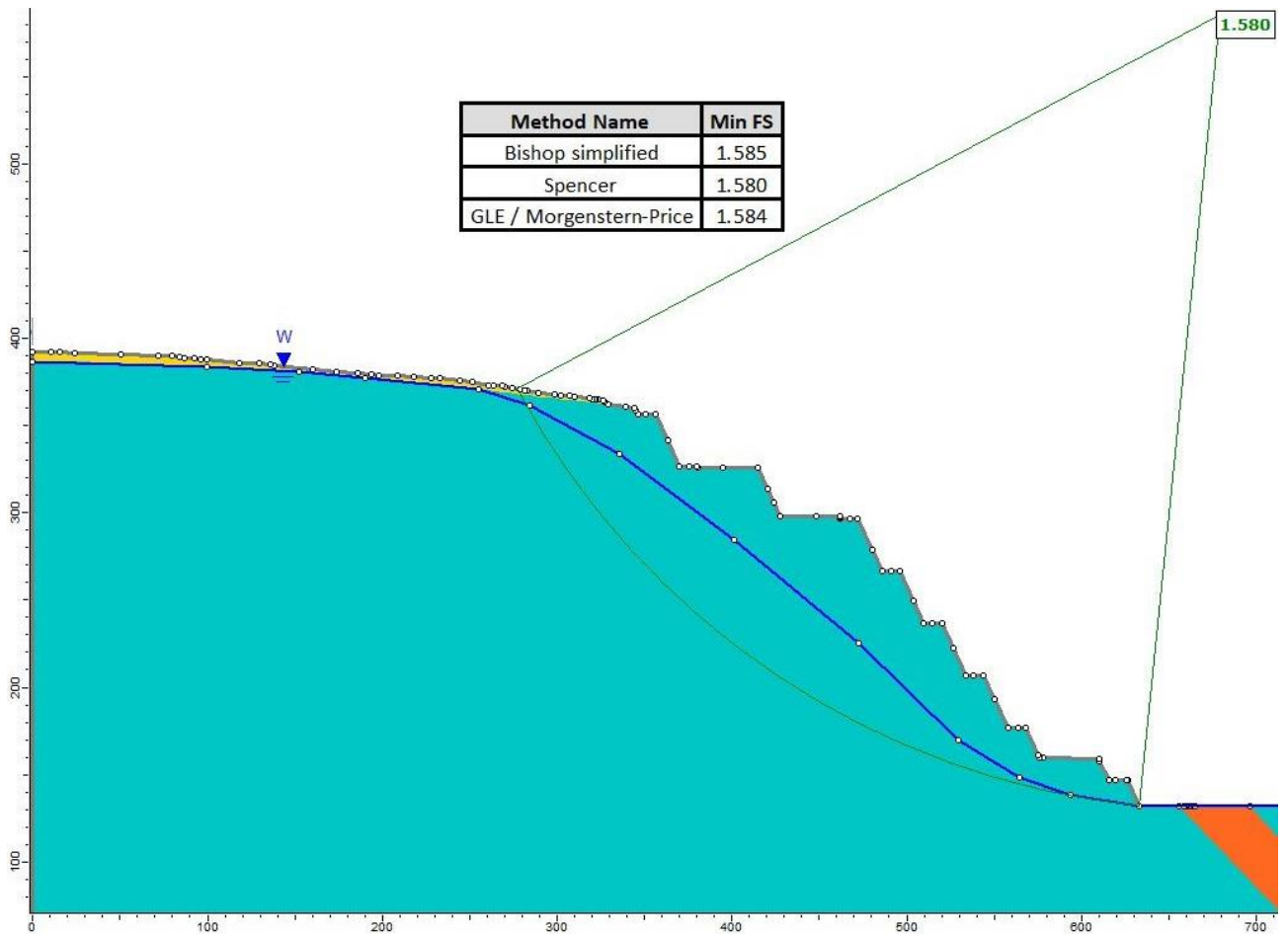


Рисунок 7.16 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 2-2

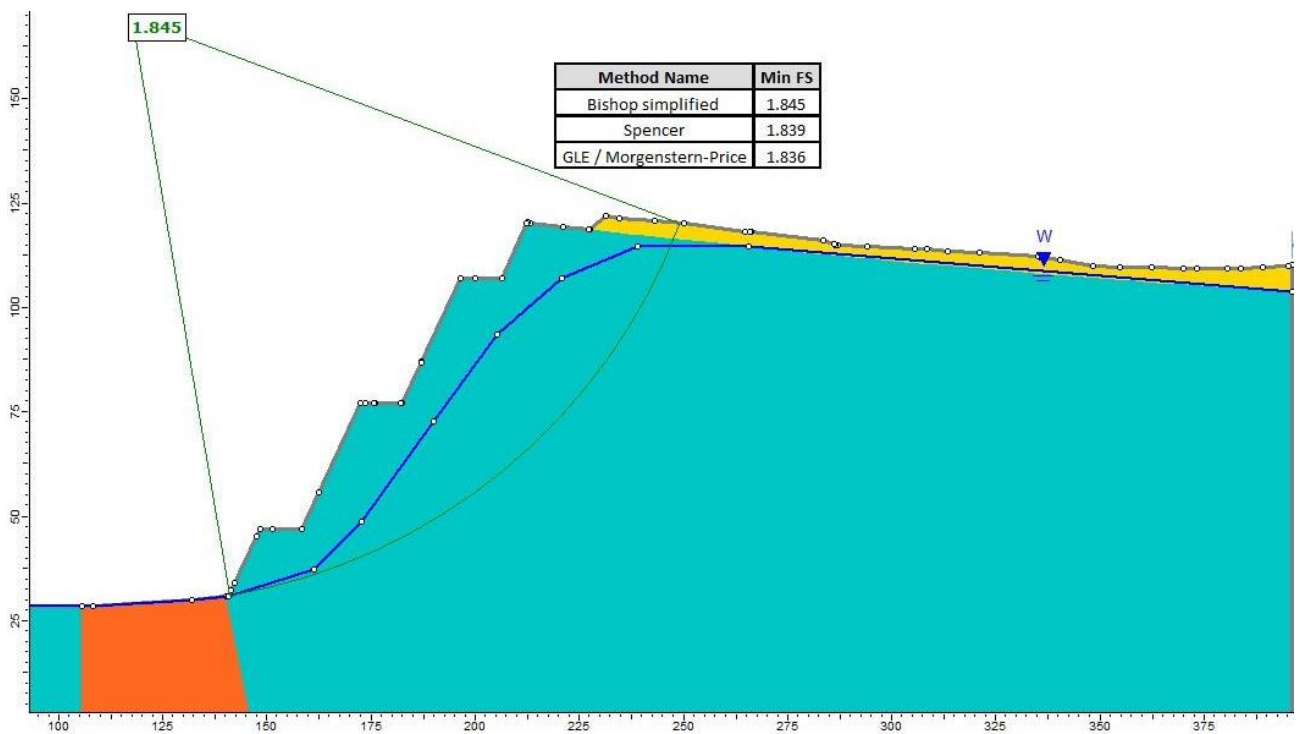


Рисунок 7.17 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 3-3

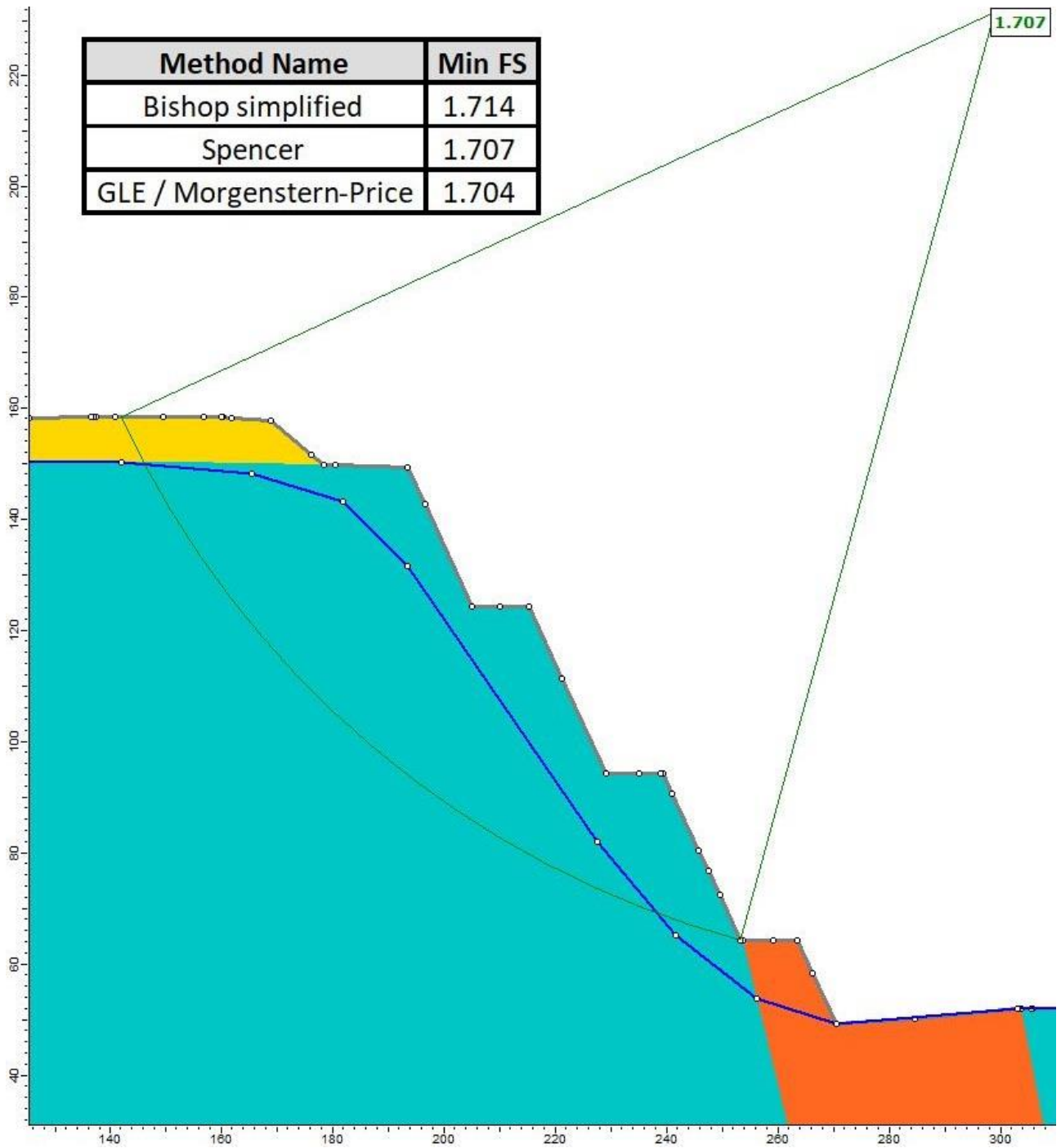


Рисунок 7.18 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 4-4

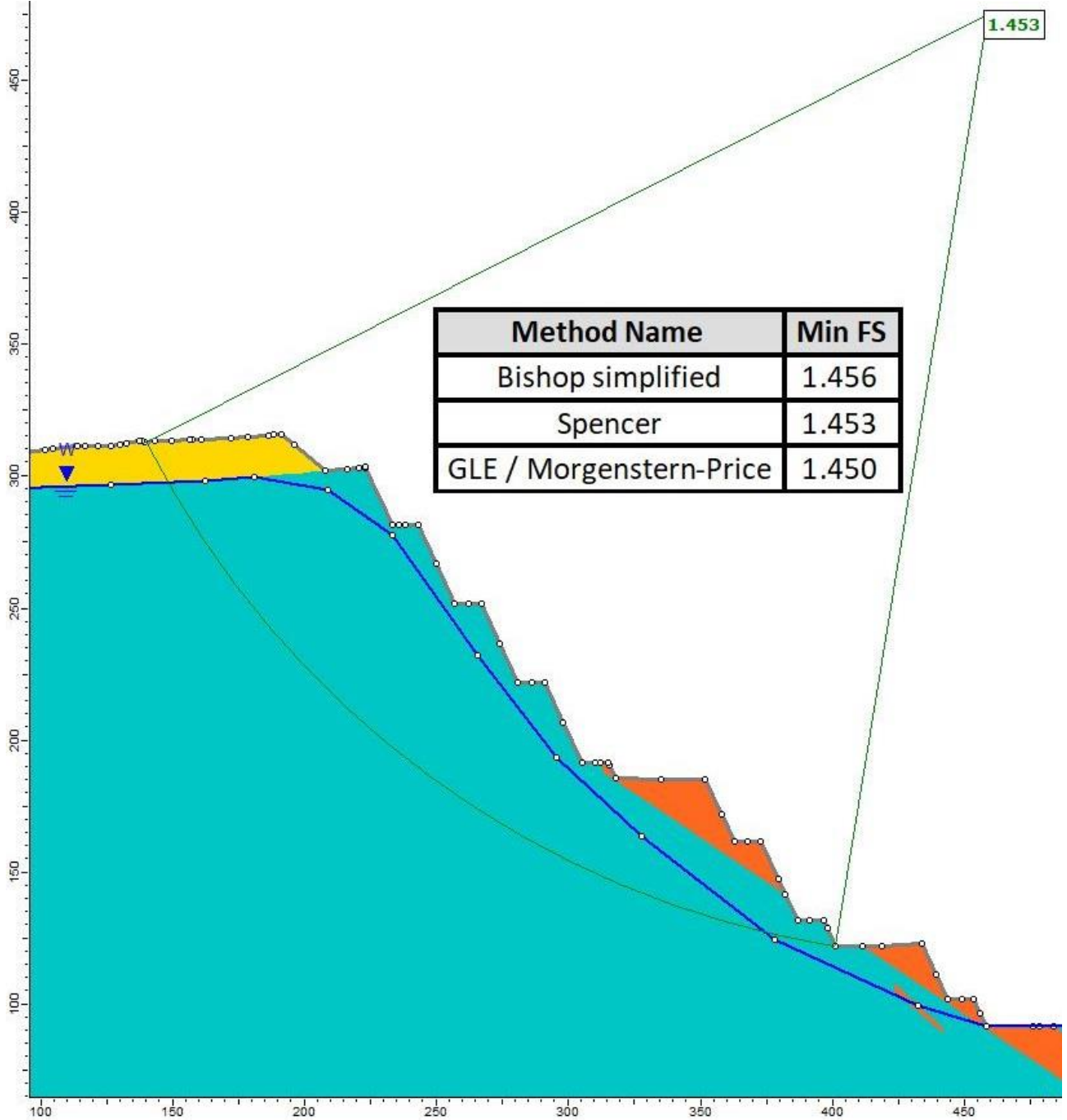


Рисунок 7.19 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 5-5

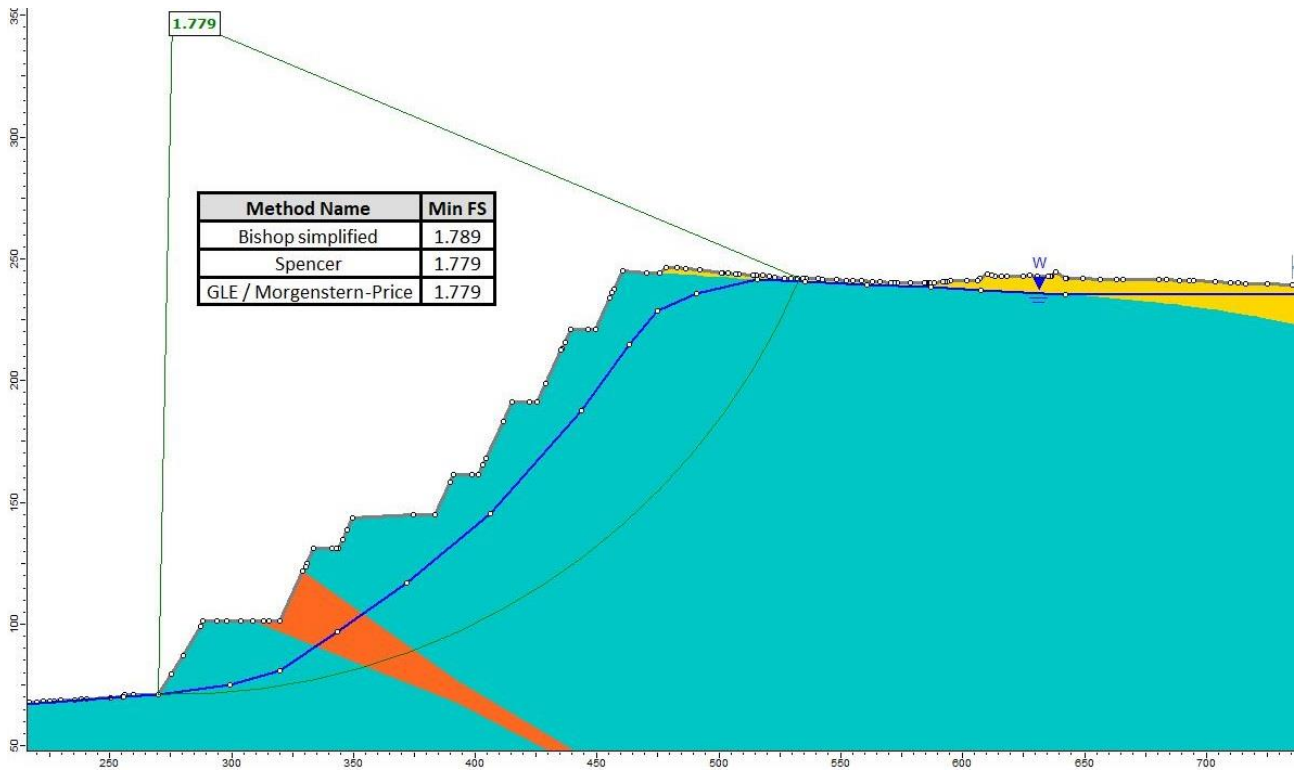


Рисунок 7.20 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 6-6

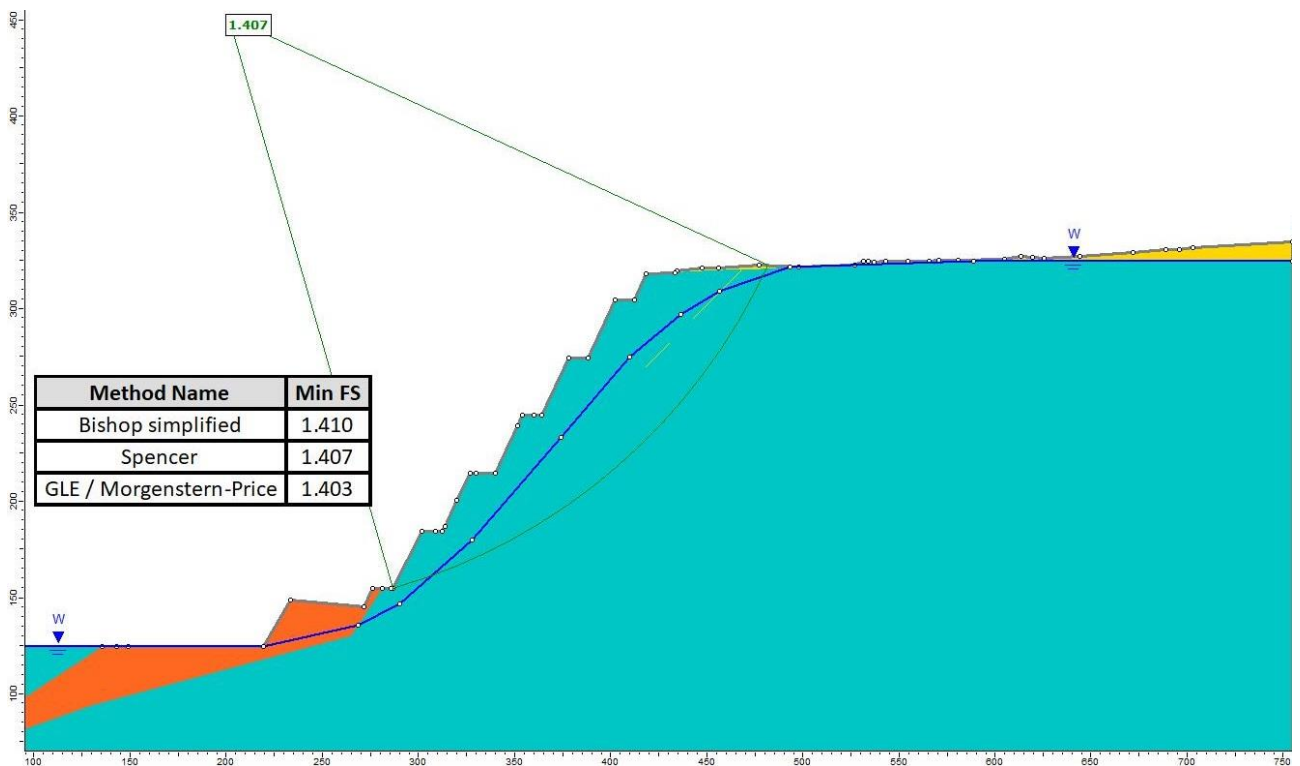


Рисунок 7.21 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 7-7

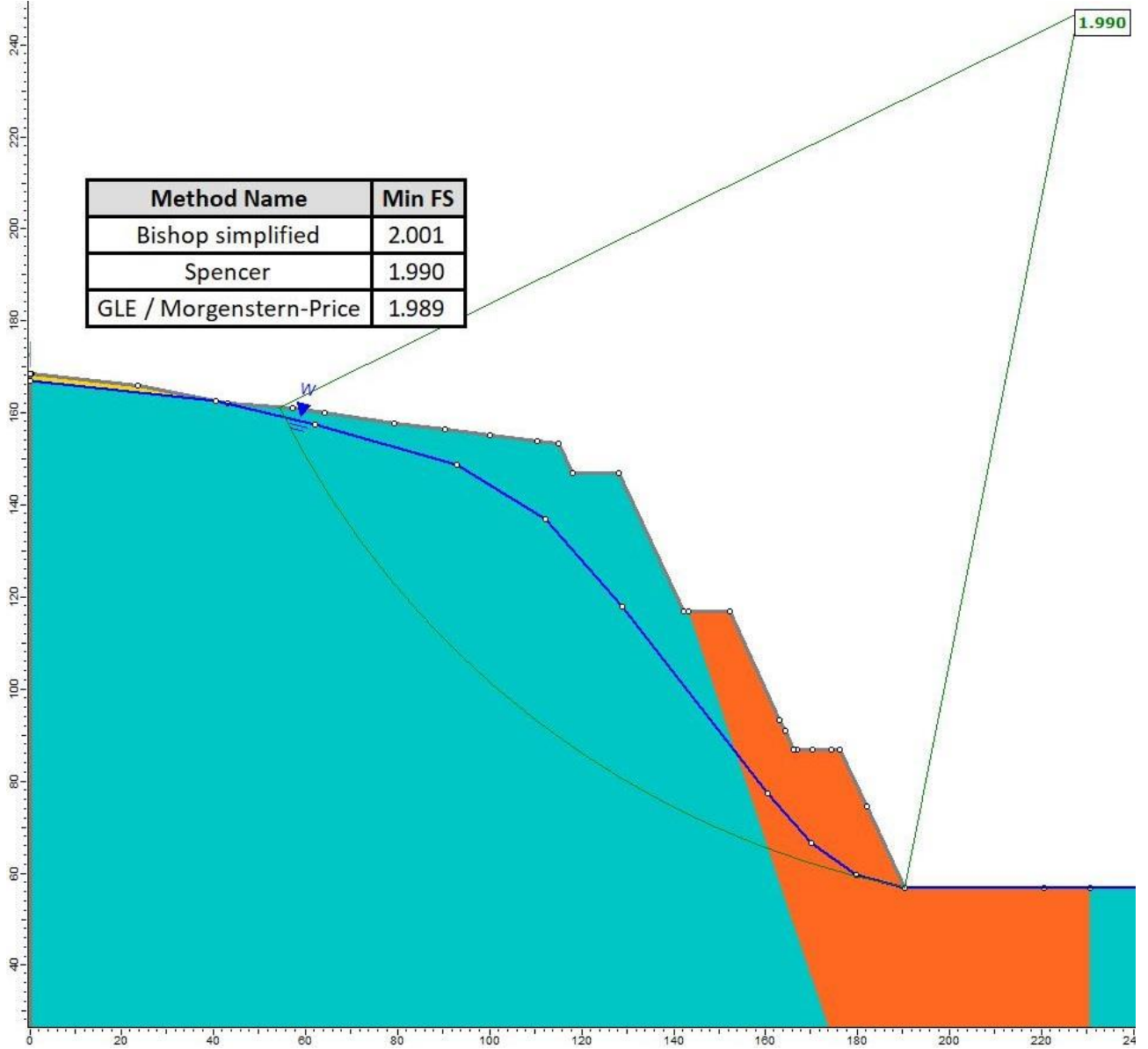


Рисунок 7.22 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 8-8

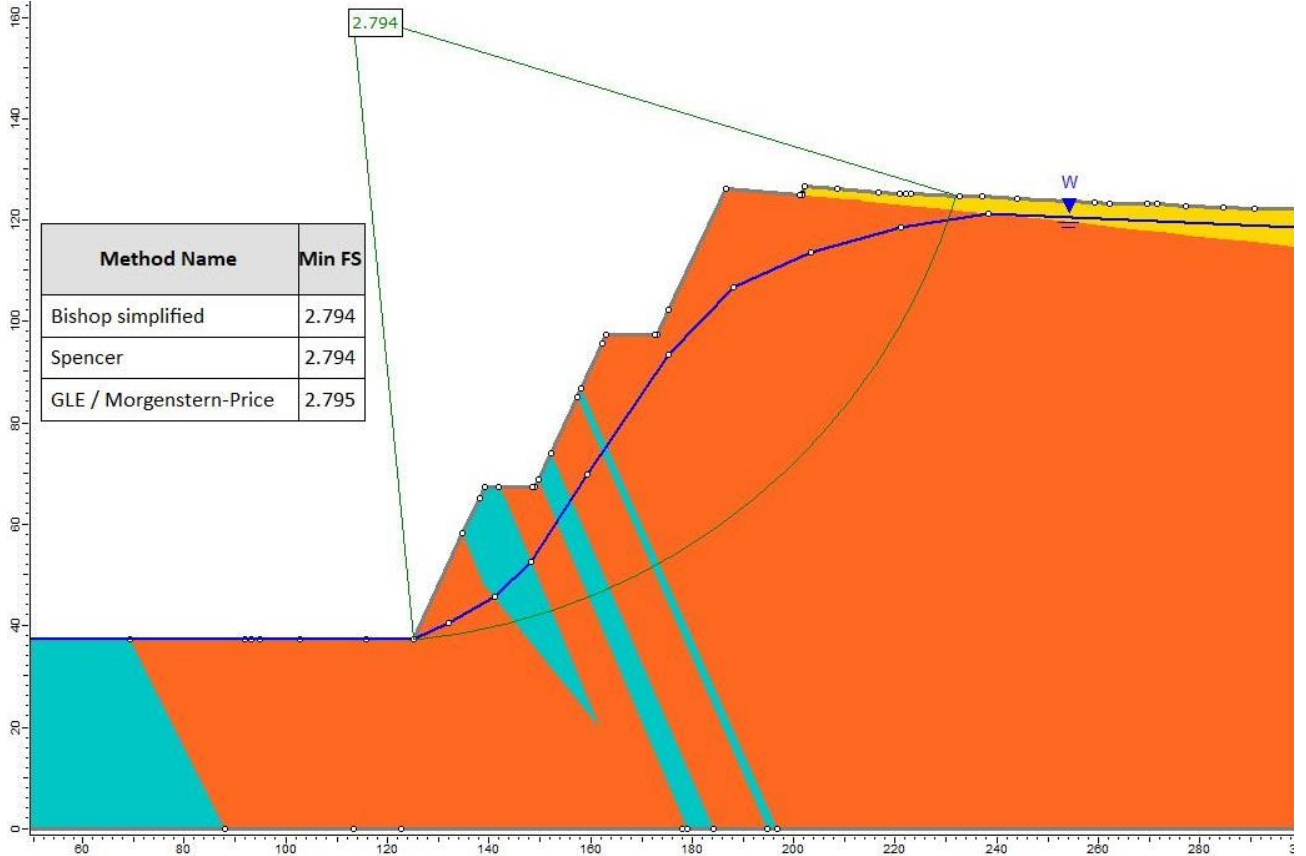


Рисунок 7.23 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 9-9

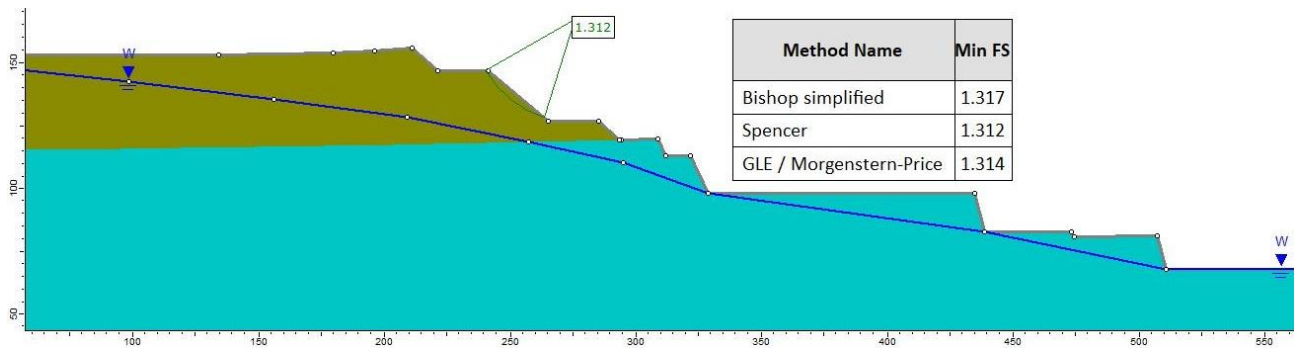


Рисунок 7.24 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии
10- 10

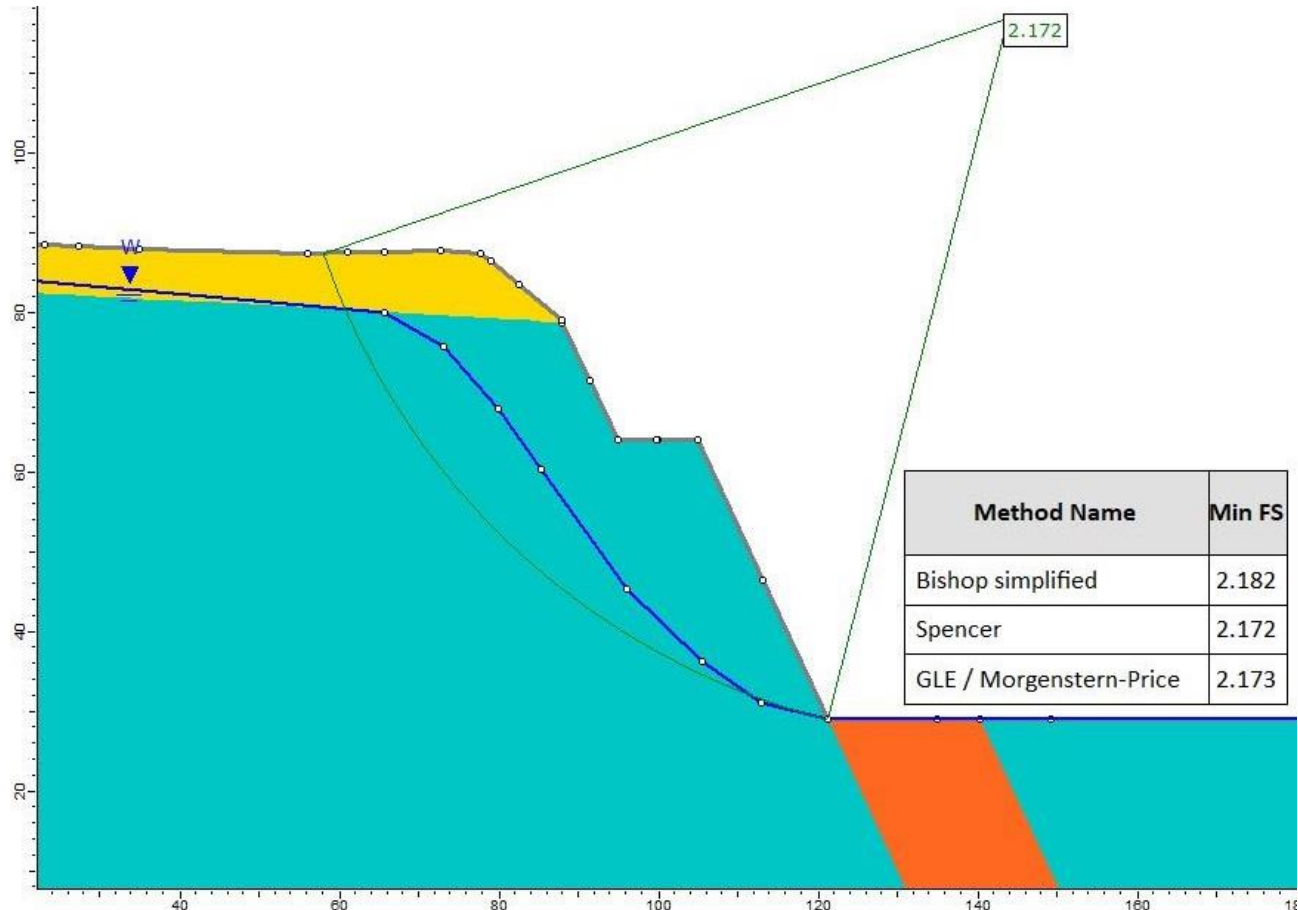


Рисунок 7.25 - Поверхность скольжения для сечения карьера по профильной линии 11- 11

7.2.8 Основные выводы по результатам оценки устойчивости

Оценка устойчивости бортов карьера была выполнена с учётом статического воздействия, для наиболее опасного расчётного случая – обводнённый массив.

Расчётные коэффициенты запаса для бортов карьера и откосов отвалов представлены в табл. 7.8.

Нормативные значения коэффициента запаса устойчивости, определённые в соответствии с ФНиП «Правила обеспечения устойчивости...» и обоснованные в разд. 7.2.5:

- для борта карьера: 1,30;
- для борта карьера, при наличии ответственных сооружений: 1,50;

Оценка устойчивости бортов карьера произведена по методу Спенсера, Morgenstern-Прайса и по упрощенному методу Бишопа, т.к. данные методы удовлетворяют трём уравнениям равновесия. При оценке устойчивости были сделаны следующие допущения:

- ИГЭ в массиве горных пород представлены гранодиоритами и, железистыми кварцитами на основании имеющихся данных о месторождении;
- границы распространения ИГЭ продлены прямыми линиями;

- границы модели расширены в горизонтальном направлении для возможности учёта уровня грунтовых вод;
- информация о наличии тектонических трещин отсутствует;
- массив горных пород обводнённый.

По итогам оценки устойчивости на основе имеющихся сведений о состоянии массива можно сделать вывод, что параметры карьера обеспечивают достаточный коэффициент запаса устойчивости, в том числе в условиях расположения ответственных сооружений.

В дальнейшем необходима переоценка коэффициента запаса устойчивости на основе актуализированных инженерно-геологических сведений о состоянии породного массива Печегубского месторождения.

7.3 Расчёт устойчивости отвалов

Геомеханическое обоснование параметров, обеспечивающих устойчивость формируемого отвала, и проверка соответствия проектных решений по формированию контура отвала рекомендуемым по условию устойчивости выполнены в рамках научно-исследовательской работы «Определение устойчивых параметров бортов, откосов уступов породного отвала, формируемого при отработке месторождения Печегубское», выполненной совместно научно-исследовательской лабораторией «Устойчивость бортов карьеров», созданной научно-исследовательским институтом СФ АО «ВНИМИ», и «Кузбасским государственным техническим университетом имени Т.Ф. Горбачева» (г. Прокопьевск) в 2022 г. в рамках подготовки «Проекта автомобильных отвалов пустых пород и рыхлой вскрыши Печегубского месторождения железистых кварцитов», выполненном ООО «СПб-Гипрошахт» в 2022 г. и получившем положительное заключение Государственной экспертизы.

Настоящий раздел выполнен в соответствии с расчетами и положениями, представленными в НИР «Определение устойчивых параметров бортов, откосов уступов породного отвала, формируемого при отработке месторождения Печегубское».

7.3.1 Факторы, влияющие на устойчивость отвалов и их элементов

Важнейшими, определяющими долговременную устойчивость отвалов, являются следующие факторы:

- физико-географические;
- инженерно-геологические;
- гидрогеологические;
- горнотехнические.

Ниже приведена краткая характеристика этих факторов для условий Печегубского месторождения железистых кварцитов.

7.3.1.1 Физико-географические факторы

В соответствии с ГОСТ 16350-80 «Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических целей», площадка расположена в умеренном макроклиматическом районе, умеренном климатическом районе – П₅.

В геоморфологическом отношении территория приурочена к денудационной полого всхолмленной равнине, общая поверхность которой слегка нивелируется, смягчается отложениями четвертичной ледниковой аккумуляции, что, однако не изменяет ее характерных черт.

Площадка представляет собой возвышенность с очень пологими слабо расчлененными склонами с общей крутизной 3-4°. Отметки изменяются от 130,14 до 211,80 м. Относительное превышение составляет около 81 м.

В Отчете по инженерно-геологическим изысканиям отмечено, что нормативная сейсмичность района расположения площадки под внешний отвал по шкале MSK-64 (карта ОСР-2015-С) – 7 баллов.

Районирование территории Российской Федерации по расчетной сейсмической интенсивности по шкале MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности - А (10%), В (5%), С (1%) в течение 50 лет отображено на карте ОСР-2015 ().

ФНиП «Правила обеспечения устойчивости...» (Приложение № 3, п. 30) установлено, что при выполнении расчетов устойчивости, максимальное ускорение сейсмических колебаний грунта должно определяться при вероятности возможного превышения интенсивности землетрясений в течение 50 лет - 10%. Следовательно, Печегубское месторождение железистых кварцитов согласно карте общего сейсмического районирования ОСР-2015-А относится к территориям с сейсмичностью 5 и менее баллов.

7.3.1.2 Инженерно-геологические факторы

Стратиграфический разрез представлен в следующем виде (сверху вниз):

1. Современные отложения QIV – биогенные (bIV).
2. Верхнеплейстоценовые отложения QIII:
 - водно-ледниковые (fIII);
 - ледниковые (моренные) (gIII);
 - озерно-ледниковые (lgIII);
 - элювиальные (eIII).

3. Архейские скальные образования AR.

Биогенные отложения (bIV) развиты с поверхности и представлены почвенно-растительным слоем и торфяно-болотными отложениями. Почвенно-растительный слой (ИГЭ-1) имеет практически повсеместное распространение, мощностью 0,1-0,2 м. Торфяно-болотные отложения занимают около 2% территории, мощностью 0,15-0,3 м.

На глубине 0,1 м (абс. отметка 138,29 м) следуют водноледниковые отложения (fIII), образующие единичную линзу мощностью 3,4 м в понижении кровли ледниковых (моренных) отложений (gIII) и представленные песком мелким (ИГЭ-3) коричневато-серым средней плотности, влажным, с единичным включением гравия.

Ниже, на глубине 0,1-3,5 м (абс. отметки 130,97-210,04 м) повсеместно залегают ледниковые (моренные) отложения (gIII), плащеобразно перекрывая озерно-ледниковые (lgIII) и элювиальные (eIII) отложения и скальные грунты (AR), и относятся по условиям образования и по характеру слагаемых ими геоморфологических форм к основной морене.

В целом для этих отложений характерно: несортированность, высокая плотность (коэффициент пористости менее 0,55), слабая водопроницаемость, слабая окатанность и обилие крупнообломочной фракции, а также значительное содержание пылеватых частиц.

На территории проектируемого отвала развита песчаная морена, в зависимости от гранулометрического состава разделенная на два ИГЭ:

– ИГЭ-4 – Валунный грунт имеет локальное распространение и содержит валунов 50-100% (в среднем 70-75%, в т.ч. размером более 0,5 м в поперечнике около 45%), разноразмерной гальки слабой и средней окатанности до 10%, гравия до 20%, заполнитель – песок пылеватый. Мощность ИГЭ 2,1-2,9 м.

– ИГЭ-5 – Нерасчлененные ледниковые (моренные) отложения доминируют в геологическом строении площадки и представлены преимущественно песком гравелистым, реже галечниковым и гравийным грунтами с заполнителем песком пылеватым, содержащими валунов до 35% (в среднем 5-10%, в т.ч. размером более 0,5 м в поперечнике около 1%), разноразмерной гальки слабой и средней окатанности 10-45%, гравия 10-20%. Грунты плотные, маловлажные, влажные и водонасыщенные.

Для указанных разновидностей морены характерны незакономерные переходы как по глубине, так и по простиранию, в связи с чем разделить их на плане и разрезах не представляется возможным. Нерасчлененная морена характеризуется невыдержанной мощностью – от 0,4 до 14,9 м и более.

Озерно-ледниковые отложения (lgIII) вскрыты на глубине 2,3-12,0 м (абс. отметки 122,50-179,77 м) под мореной, подстилаются скальными грунтами (AR), слагают

выклинивающиеся слои и линзы изменчивой мощности и представлены песком пылеватым и суглинком легким пылеватым.

Песок пылеватый (ИГЭ-6) преобладает среди озерно-ледниковых отложений. Песок пылеватый, плотный, маловлажный и водонасыщенный, с включением гравия менее 5%, с прослоями суглинка легкого пылеватого твердой консистенции толщиной до 5 мм. Его мощность 0,9-14,5 м и более.

Суглинок лёгкий пылеватый (ИГЭ-7) залегает в виде отдельных линз мощностью 1,2-2,2 м в нижней части озерно-ледниковой толщи. Суглинок легкий пылеватый, твердой-полутвердой консистенции, с гнездами ожелезнения, с единичным включением гравия.

Элювиальные отложения (eIII) имеют локальное распространение, линзовидно залегают под ледниковыми (моренными) отложениями (gIII) на глубине 3,9-7,5 м (абс. отметки 137,85-181,41 м) на материнских скальных грунтах (AR), образованы в результате их физического выветривания и относятся к дисперсной и обломочной зонам коры выветривания. Элювий дисперсной зоны представлен песком мелким, обломочной зоны – дресвяным и щебенистым грунтами.

Песок мелкий (ИГЭ-8) коричневато-серый, плотный, водонасыщенный, с включением дресвы 5-10%, с прослоями супеси песчанистой пластичной консистенции толщиной до 5 см, мощностью 0,6-0,7 м.

Дресвяный грунт (ИГЭ-9) содержит разноразмерный щебень 30-35%, дресву около 20%, заполнитель – песок пылеватый с гнездами ожелезнения, мощностью 0,8 м. Грунт водонасыщенный.

Щебенистый грунт содержит глыбы размером до 0,5 м в поперечнике до 40% (в среднем около 30%, в т.ч. размером более 0,5 м в поперечнике 20-25%), разноразмерный щебень 30-55%, дресву 10-15%, заполнитель – песок мелкий желтовато-серый. Грунт влажный и водонасыщенный. Вскрытая мощность щебенистого грунта 0,5-2,1 м.

В основании разреза на глубине 0,0-14,7 м (абс. отметки 119,20-206,81 м) залегают скальные грунты (AR), имеющие слабонаклонную слаборасчлененную кровлю с общим падением до 4° от возвышенного участка вниз по склонам и представленные преимущественно гранодиоритом, реже гранитом, мелкозернистыми, в кровле участками сильнотрещиноватыми (RQD=41-49%), малопрочными, размягчаемыми (ИГЭ-11), ниже – слаботрещиноватыми и монолитными (RQD=81-100%), прочными, неразмягчаемыми (ИГЭ-12). Скальные грунты местами обводнены по трещинам, мощность зоны трещиноватости 0,3-4,7 м. Вскрытая мощность скальных грунтов от 2,0 до 7,2 м.

7.3.1.3 Гидрогеологические факторы

Печегубское месторождение расположено севернее озера Печгуба, которое соединяется с озером Большая Имандра. На территории проектируемого отвала находится озеро Окунье, через которое протекает безымянный ручей, впадающий в озеро Печгуба.

Основными особенностями формирования подземных вод исследуемой территории являются:

1. Преобладание осадков над испарением;
2. Повсеместное залегание ледниковых (моренных) отложений, фильтрационные свойства которых низки, в результате чего создаются условия затрудненного водообмена;
3. Направленность стока подземных вод от возвышенных участков к понижениям;
4. Близкое взаимоположение областей питания и разгрузки подземных вод.

Гидрогеологические условия площадки в пределах глубины изысканий характеризуются наличием единого водоносного горизонта, вскрытого в процессе изысканий (июнь-сентябрь 2021 г.) на глубине 0,1-10,5 м (абс. отметки 130,57-200,25 м) и приуроченного к торфяно-болотным, песчаным ледниковым (моренным), озерно-ледниковым и элювиальным отложениям и трещинам в сильно- и слаботрещиноватых скальных грунтах.

Водоупором служат озерно-ледниковые суглинки и монолитные скальные грунты.

Подземные воды безнапорные, открытого типа. Их питание происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка – за счет испарения и сброса в близлежащие водоемы и водотоки.

В периоды обильных дождей и интенсивного снеготаяния возможен подъем уровня подземных вод на 1,0 м выше приведенного (участками до дневной поверхности, на торфяно-болотных отложениях на 0,1-0,3 м выше мохового покрова) и образование верховодки в водно-ледниковых отложениях на поверхности ледниковых (моренных) отложений и в верхней части разреза ледниковых (моренных) отложений.

7.3.1.4 Горнотехнические факторы

Емкость проектируемого отвала предусматривает размещение вскрышных пород в течение первых 10 лет разработки Печегубского карьера в объеме не превышающем 71 840,0 тыс. м³ скальных и рыхлых пород в плотном теле.

Вместимость проектируемого породного отвала ограничена границами существующего земельного отвода. Для размещения всего объема вскрыши, предусмотренного проектом разработки Печегубского карьера, к окончанию десятилетнего периода будет произведено расширение земельного отвода и разработана корректировка проектной документации в части породного отвала.

Отвал предусматривается расположить в непосредственной близости от карьера вдоль северной, восточной и южной границ карьера. Положение отвала пустой породы на конец формирования приведено на **рис. 7.26**.

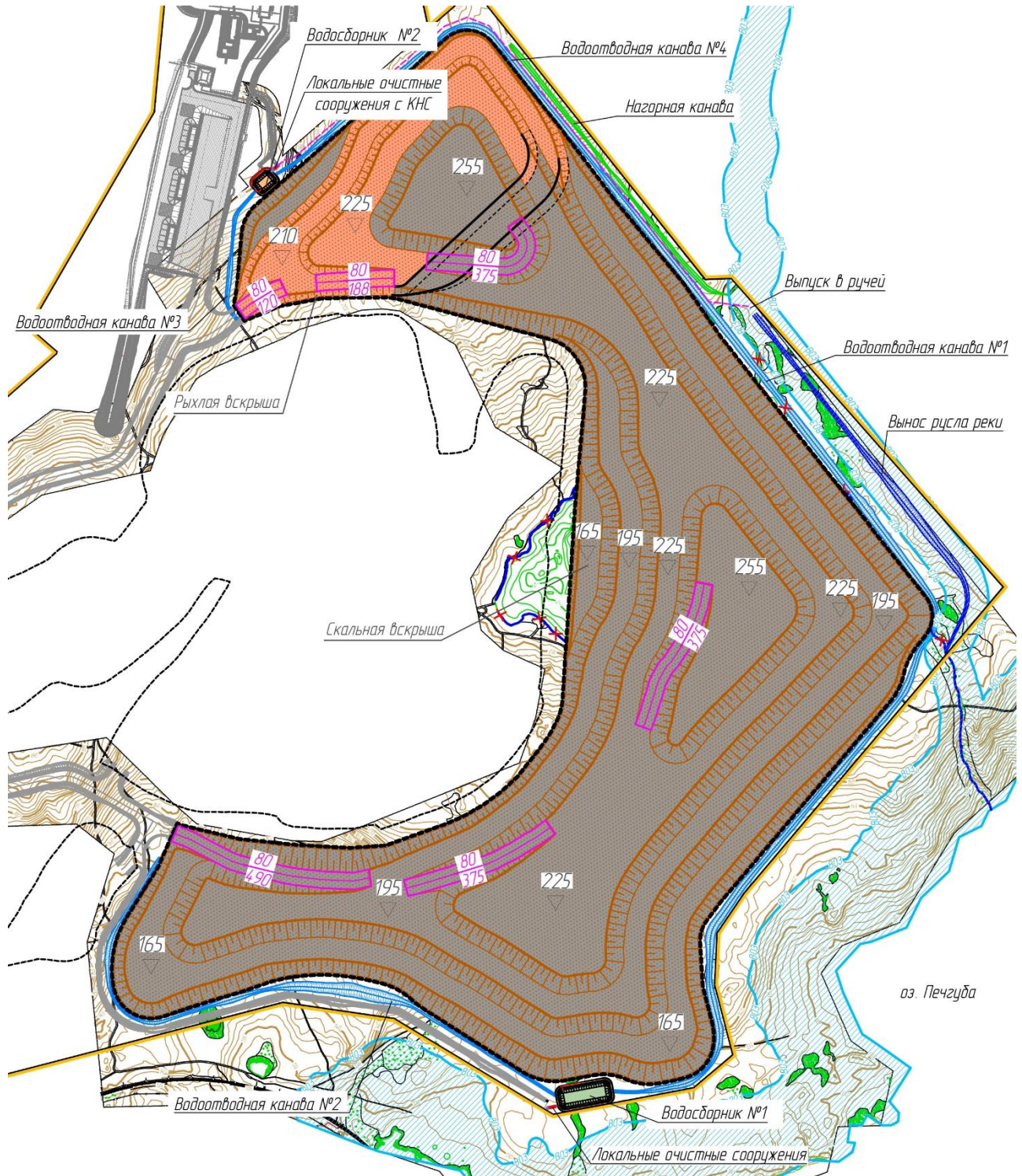


Рисунок 7.26 - Отвал вскрышных пород на конец формирования

Вскрыша Печегубского карьера представлена двумя типами пород: смесь песчано-глинистых и гравелистых пород (моренные отложения) и скальные породы (гранодиорит, гранит).

В соответствии с календарным планом отработки карьера, основной объем песчано-глинистой и гравелистой вскрыши (>90%) приходится на первые шесть лет. Размещение данных пород в этот период предусматривается отдельно от скальных в северной части отвала, незначительные объемы песчано-глинистых и гравелистых пород, поступающих в отвал с шестого года ведения работ размещаются совместно со скальными породами.

Транспортирование вскрышных пород предусматривается с помощью автосамосвалов. На отвале принята бульдозерная схема отвалообразования.

Отвал вскрышных пород планируется отсыпать последовательно четырьмя ярусами высотой до 30 м, песчано-глинистые и гравелистые породы двумя ярусами высотой до 15 м в северной части отвала.

На отвале предусматривается сформировать две системы заездов: у северной и южной границ карьера соответственно. Две обособленные системы заездов позволят на начальном этапе развития горных работ отсыпать отвал одновременно с двух сторон в направлении озера Окунье, которое находится в центре участка, отведенного под отвал.

Размещение отвала на площадях водных объектов не предусматривается. Мелкие озера без названия предварительно засыпаются скальным грунтом, а при развитии отвальных работ в направлении озера Окунье (начиная с шестого года ведения работ) производится его предварительное осушение. При развитии отвала в юго-восточном направлении предусматривается перенос русла ручья (без названия) и строительство руслоотводного канала.

С целью обеспечения безопасности работ по формированию отвала предусматривается сбор грунтовых вод и атмосферных осадков с поверхности отвала в систему водоотводных канав, с последующим отведением воды в зумпфы.

7.3.2 Геомеханическое обоснование параметров, обеспечивающих устойчивость внешнего отвала вскрышных пород

Устойчивость отвалов обеспечивается при условии превышения удерживающих сил над сдвигающими, действующими по наиболее напряженной поверхности скольжения в данном массиве. Оценка устойчивости и определение максимальных параметров отвалов производят расчетами по методам и схемам, учитывающим инженерно-геологические условия и напряженное состояние массива.

7.3.2.1 Определение расчетных характеристик

При определении параметров устойчивых откосов отвала используют расчетные характеристики прочности пород и характеристики сопротивления пород сдвигу по контакту

с основанием, которые получают путем введения в принятые характеристики прочности коэффициента запаса устойчивости n :

$$C_n = C_i / n, \quad (7.3)$$

$$tg\varphi_n = tg\varphi_i / n, \quad (7.4)$$

С учетом анализируемых здесь условий:

– состав отвалообразующих пород – смесь песчано-глинистых и гравелистых пород (моренные отложения), скальная отвальная масса;

– тип отвала – внешний;

– тип основания – пологонаклонное (до 10°), прочное.

Согласно ФНиП «Правила обеспечения устойчивости...» (Приложение № 4, таблица 2) принят коэффициент запаса устойчивости $n=1,2$.

В сейсмически активных районах (сейсмичность 7 и более баллов по шкале MSK-64) устойчивость откосов отвалов должна быть обеспечена при расчетах без учета и с учетом действия сейсмической силы от землетрясений. Учитывая сейсмичность района (6 баллов) расчет устойчивости выполнен без учета сейсмических сил.

7.3.2.2 Создание горно-геометрической модели пространственного поля размещения угла наклона основания отвала

Одним из важнейших факторов, влияющих на устойчивость отвалов, является угол наклона его основания. Для внешнего отвала Печегубского месторождения диапазон изменения угла наклона основания составляет от 0 до 10° . В этой связи возникает необходимость создания горно-геометрической модели, которая изображается в виде системы изолиний топофункции угла наклона рельефа земной поверхности в основании отвала. Означенная топофункция реально в природе не существует, является производной изолиний рельефа и строится косвенным методом по отметкам рельефа. Высота сечения изолиний соизмеряется с уровнем случайной составляющей, присущим размещению показателя и удовлетворяет неравенству:

$$h \geq t_p \sigma_{сл}, \quad (7.5)$$

где $\sigma_{сл}$ – оценка случайной составляющей размещения показателя;

t_p – квантиль закона распределения погрешностей определения показателя, $t_p = 1,5$.

Для топоповерхности угла наклона рельефа земной поверхности больше подходит модель неоднородного случайного поля, и так как закономерная изменчивость показателя много больше его случайной составляющей, то высоту сечения можно определить по формуле профессора Г.И. Вилесова:

$$h = aNtg\delta/1000, \quad (7.6)$$

где a – минимальное расстояние между изолиниями наклонов, $a = 10$ мм;

N – знаменатель численного масштаба плана;

δ – средний угол наклона основания отвала.

Для рассматриваемых здесь условий высота сечения изолиний принята 2° .

Горно-геометрическая модель пространственного поля размещения угла наклона основания отвала построена с использованием программного обеспечения ГГИС Micromine. Каждая зона, в пределах которой угол наклона основания изменяется в пределах двух градусов, выделена отдельным цветом (рис. 7.27).

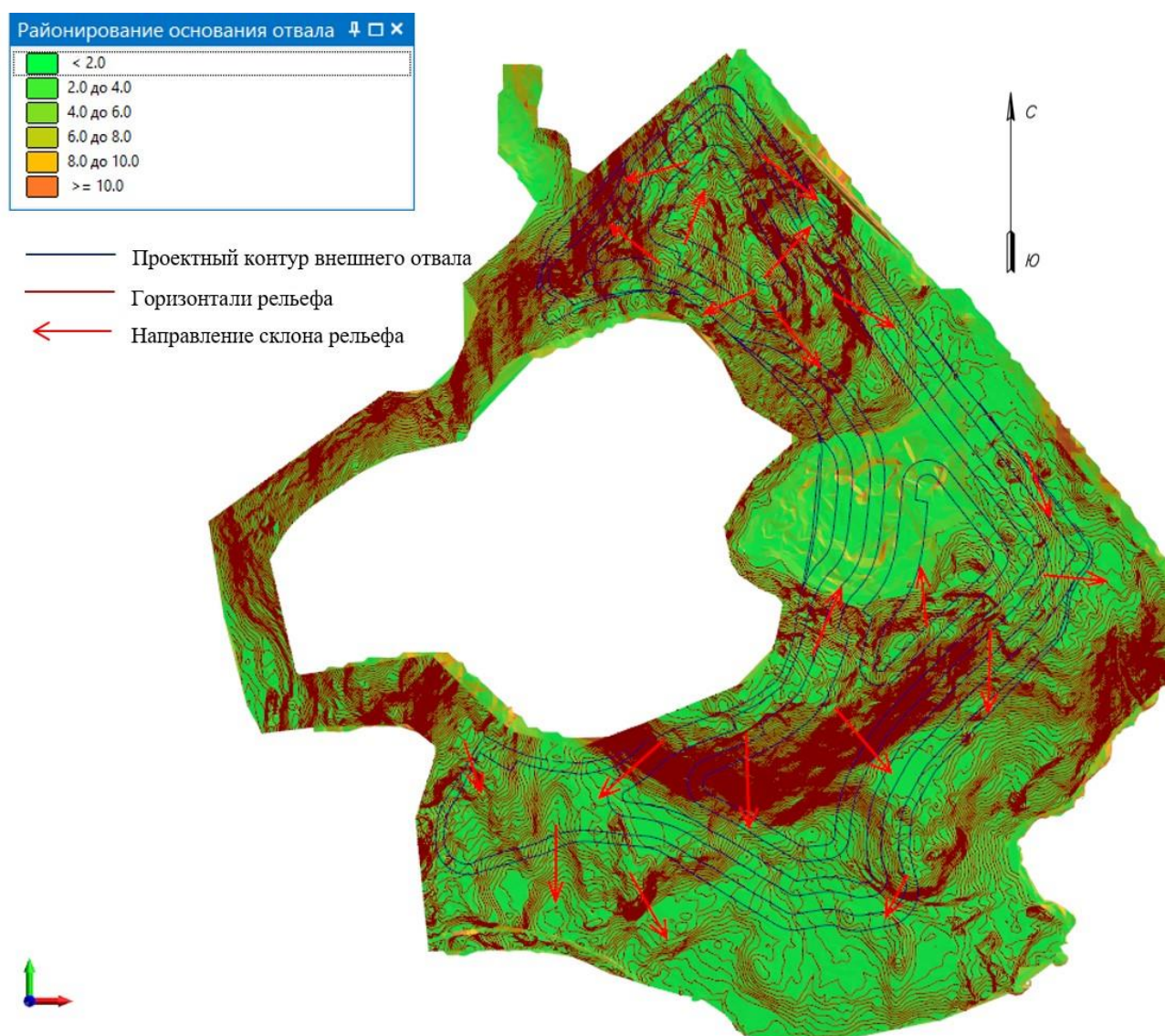


Рисунок 7.27 - Горно-геометрическая модель пространственного поля размещения угла наклона основания внешнего отвала Печегубского месторождения

7.3.2.3 Расчет параметров устойчивого внешнего отвала

Прогноз параметров отвала выполняется методами, приведенными в Приложении № 5 ФНиП «Правила обеспечения устойчивости...».

Окончательные параметры отвала принимаются при условии выполнения критерия устойчивости – коэффициента устойчивости.

Оценка устойчивости отвала в плоской постановке задачи сводится к созданию компьютерной модели основания и профиля отвала, построению множества потенциальных поверхностей скольжения по профильным линиям.

По любой потенциальной поверхности скольжения можно записать функционал коэффициента устойчивости:

$$n_p = \frac{\int_L [C(l) + tg \varphi(l) \sigma_n(l) - q(l) \sin \beta'] dl}{\int_L [\tau_n(l) + q(l) \cos \beta'] dl}, \quad (7.7)$$

где C , φ – сцепление (МПа) и угол внутреннего трения (градус) вдоль поверхности скольжения L , $l \in L$;

l – координата вдоль поверхности скольжения (м);

σ_n и τ_n – нормальные и касательные компоненты напряжений на той же поверхности;

q – компонента напряжения, возникающая по поверхности скольжения за счет воздействия сейсмических сил на откос (МПа);

β' – угол между поверхностью скольжения и направлением сейсмической силы, измеренный в вертикальной плоскости (градус).

Числитель выражения представляет собой интегральное предельное значение удерживающих сил, а знаменатель – интегральное значение сдвигающих сил по потенциальной поверхности скольжения.

Оценка устойчивости выполнялась в автоматизированном режиме методами предельного равновесия (Бишопа, Ямбу) с использованием программы Slide 2 и алгебраического сложения сил до тех пор, пока для всех потенциальных поверхностей скольжения выполнялось условие устойчивости – $n_p \geq n_n$.

Параметры внешнего отвала представлены в **табл. 7.9**.

Основание отвала однородное: сложено преимущественно моренными отложениями (ИГЭ-5) и песком пылеватым (ИГЭ-6), которые согласно классификации ФНиП «Правила обеспечения устойчивости...» характеризуется как прочное, так как сопротивление сдвигу этих пород не ниже чем у отвальной массы. Физико-механические характеристики пород

основания имеют близкие значения, поэтому параметры отвала приведены без разделения пород, залегающих в основании по типам.

Таблица 7.9 - Параметры внешнего отвала вскрышных пород

Общая высота отвала, м	Результирующий угол многоярусного отвала (градус) при угле наклона основания β					
	0°	2°	4°	6°	8°	10°
<i>Песчано-глинистые и гравелистые породы (моренные отложения)</i>						
10	35					
15	35					
30	27					
45	27					
<i>Скальная отвальная масса (гранодиорит, гранит)</i>						
10	35					
1	2	3	4	5	6	7
20	35					
30	35					
60	32	31				30
90	32	31				30
120	31	31				30

7.3.3 Расчет ширины призмы возможного обрушения для нагруженных ярусов отвала

Для оценки влияния нагрузки от горного оборудования на устойчивость ярусов отвалов используется способ, суть которого заключается в выполнении расчетов устойчивости ярусов по ряду поверхностей скольжения с учетом веса от горного оборудования ΔP (рис. 7.28). Дополнительная нагрузка учитывается в расчетах путем прибавления ее к верхнему расчетному блоку ($P_1 + \Delta P$), на которые делится призма, оконтуренная наиболее напряженной поверхностью скольжения.

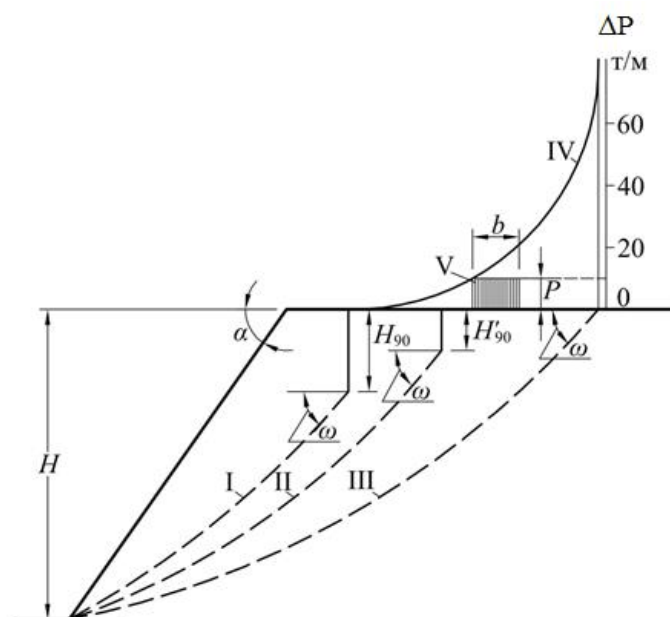


Рисунок 7.28 - Схема к расчету устойчивости откоса с учетом допустимых нагрузок

I, II, III – расчетные поверхности скольжения; IV – эпюра нагрузки;
V – нагрузка от горного оборудования

По результатам вычислений для каждой расчетной поверхности скольжения определяется максимальная нагрузка, при которой обеспечивалась устойчивость яруса с нормативным коэффициентом запаса. На основании этого строится кривая зависимости максимальных нагрузок и расстояния от верхней бровки, и на ней отмечается вес оборудования, приходящегося на 1 п.м. Опорная часть оборудования размещается за пределами призмы возможного обрушения (бермы безопасности), полученной таким путем.

Вес горного оборудования ΔP , приходящийся на 1 п.м протяженности яруса (вдоль бровки откоса), определяется по формуле:

$$\Delta P = \frac{P}{b + 2 \cdot \frac{1}{3} c}, \quad (7.8)$$

где P – общий вес размещаемого оборудования, т;

b – ширина оборудования вдоль бровки откоса, м;

c – расстояние от размещаемого оборудования до края призмы в плане, м.

Угол расположения элементарных площадок скольжения определяется по формуле:

$$\varepsilon = 45 - \frac{\varphi}{2}. \quad (7.9)$$

Для выполнения расчетов ширины призмы возможного обрушения по вышеизложенным методам необходимо учитывать основные технические характеристики оборудования.

На рисунке ниже (**рис. 7.29**) приведен пример формы вероятной поверхности скольжения на примере размещения оборудования на ярусе отвала.

Перечень горного оборудования на отвале и его основные характеристики представлены в **табл. 7.10**.

Согласно приведенным формулам с использованием технических характеристик планируемого оборудования (либо аналога) и прочностных свойств отвальной массы, а также условия соблюдения равновесия сдвигающих и удерживающих сил, определена ширина призмы возможного обрушения при размещении тяжелого оборудования на площадках ярусов отвалов (**табл. 7.11**).

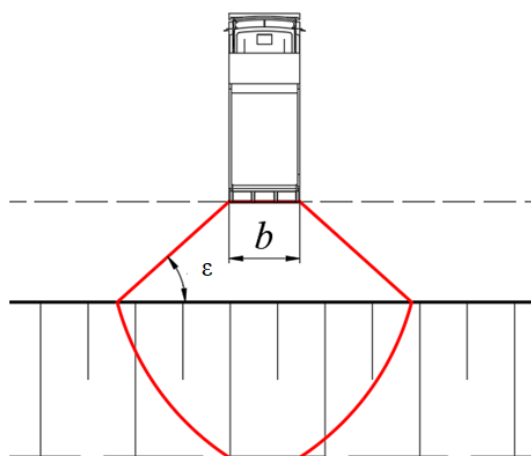





Рисунок 7.29 - Форма в плане вероятной призмы обрушения при нагрузке горным оборудованием

Таблица 7.10 - Технические характеристики горного оборудования на отвале

Показатель	Ед. изм.	Значение	Общий вид
<i>БЕЛАЗ-75137 (расчетный самосвал на перевозках)</i>			
Грузоподъемность	т	130	
Вместимость кузова	м ³	71,2	
Диаметр заднего колеса, м	м	3,0	
Габаритная ширина	м	6,4	
Радиус поворота	м	13	
Ширина задней колеи, м	м	6,4	
Нагрузка на задний мост, т	м	162,7	
Нагрузка от заднего моста на 1 м протяженности откоса (при разгрузке)	т/м	25,4	
Вес автосамосвала на 1 п.м протяженности уступа (при движении вдоль откоса)	т/п.м	46,1	
Удельная нагрузка	т/м ²	7,2	
<i>KOMATSU HD785-7</i>			
Грузоподъемность	т	91	
Вместимость кузова	м ³	60	
Диаметр заднего колеса	м	2,6	
Габаритная ширина	м	6,3	
Радиус поворота	м	10,1	
Ширина задней колеи	м	4,325	
Нагрузка на задний мост, т	т	110,7	
Нагрузка от заднего моста на 1 м протяженности откоса (при разгрузке)	т/м	25,6	
Вес автосамосвала на 1 п.м протяженности уступа (при движении вдоль откоса)	т/п.м	33,5	
Удельная нагрузка	т/м ²	7,8	
<i>VOLVO R100E</i>			
Грузоподъемность	т	95	
Вместимость кузова	м ³	60,4	
Диаметр заднего колеса, м	м	2,6	
Габаритная ширина	м	5,9	
Радиус поворота	м	11,5	
Ширина задней колеи	м	5	
Нагрузка на задний мост, т	т	109,7	
Нагрузка от заднего моста на 1 м протяженности откоса (при разгрузке)	т/м	21,9	

Показатель	Ед. изм.	Значение	Общий вид
Вес автосамосвала на 1 п.м протяженности уступа (при движении вдоль откоса)	т/п.м	33,9	
Удельная нагрузка	т/м ²	6,8	
<i>CATERPILLAR 777E</i>			
Грузоподъемность	т	93	
Вместимость кузова	м ³	60,1	
Диаметр заднего колеса, м	м	2,6	
Габаритная ширина	м	6,2	
Радиус поворота	м	12,8	
Ширина задней колеи	м	5,3	
Нагрузка на задний мост	т	108,9	
Нагрузка от заднего моста на 1 м протяженности откоса (при разгрузке)	т/м	20,6	
Вес автосамосвала на 1 п.м протяженности уступа (при движении вдоль откоса)	т/п.м	35,8	
Удельная нагрузка	т/м ²	6,7	
<i>CATERPILLAR 785C</i>			
Грузоподъемность	т	136	
Вместимость кузова	м ³	78	
Диаметр заднего колеса, м	м	3,0	
Габаритная ширина	м	6,2	
Радиус поворота	м	13,8	
Ширина задней колеи	м	6,3	
Нагрузка на задний мост	т	166,3	
Нагрузка от заднего моста на 1 м протяженности откоса (при разгрузке)	т/м	26,4	
Вес автосамосвала на 1 п.м протяженности уступа (при движении вдоль откоса)	т/п.м	48,0	
Удельная нагрузка	т/м ²	7,6	
<i>CATERPILLAR 785D</i>			
Грузоподъемность	т	133	
Вместимость кузова	м ³	78	
Диаметр заднего колеса, м	м	3,0	
Габаритная ширина	м	6,8	
Радиус поворота	м	14,9	
Ширина задней колеи	м	6,3	
Нагрузка на задний мост	т	166,3	
Нагрузка от заднего моста на 1 м протяженности откоса (при разгрузке)	т/м	26,4	
Вес автосамосвала на 1 п.м протяженности уступа (при движении вдоль откоса)	т/п.м	48,0	
Удельная нагрузка	т/м ²	7,6	
<i>CATERPILLAR 789D (расчетный самосвал для автодорог)</i>			
Грузоподъемность	т	181	
Вместимость кузова	м ³	108	
Диаметр заднего колеса, м	м	3,3	
Габаритная ширина	м	7,77	
Радиус поворота	м	13,8	
Ширина задней колеи	м	6,9	
Нагрузка на задний мост	т	216,2	
Нагрузка от заднего моста на 1 м протяженности откоса (при разгрузке)	т/м	31,3	


Показатель	Ед. изм.	Значение	Общий вид
Вес автосамосвала на 1 п.м протяженности уступа (при движении вдоль откоса)	т/п.м	56,9	
Удельная нагрузка	т/м ²	8,2	
<i>Бульдозер CAT D10</i>			
Ширина отвала	мм	4860	
Высота отвала	мм	2120	
Габаритные размеры:			
- длина контакта с грунтом	мм	3855	
- ширина	мм	2550	
- ширина гусеницы	мм	610	
Удельное давление на грунт	т/м ²	14,1	
Эксплуатационная масса	т	66,5	

Таблица 7.11 - Ширина призмы возможного обрушения ярусов внешнего отвала Печегубского месторождения

Высота яруса, м	Угол откоса яруса, градус	Ширина призмы возможного обрушения, м		
		без нагрузки	при нагрузке горным оборудованием (в скобках приведена удельная нагрузка оборудования, т/м ²)	
<i>Песчано-глинистые и гравелистые породы (моренные отложения)</i>				
Автосамосвалы		<i>KOMATSU HD785-7 (25,6)</i>		<i>БЕЛАЗ 75137 (25,4)</i>
10	35	1,2	3,0	3,0
15		1,9	3,7	3,7
		<i>VOLVO R100E (21,9)</i>		<i>CAT 777E (20,6)</i>
10	35	1,2	2,7	2,7
15		1,9	3,5	3,4
1	2	3	4	
		<i>CAT 785C, CAT 785D (26,4)</i>		<i>CAT 789D (31,3)</i>
10	35	1,2	3,1	3,4
15		1,9	3,8	4,2
Бульдозеры		<i>CAT D10 (14,1)</i>		
10	35	1,2	2,2	
15		1,9	2,9	
<i>Скальная отвальная масса (гранодиорит, гранит)</i>				
Автосамосвалы		<i>KOMATSU HD785-7 (25,6)</i>		<i>БЕЛАЗ 75137 (25,4)</i>
10	35	0,4	0,8	0,8
20		0,8	1,2	1,2
30		1,3	1,7	1,7
		<i>VOLVO R100E (21,9)</i>		<i>CAT 777E (20,6)</i>
10	35	0,4	0,7	0,7
20		0,8	1,1	1,1
30		1,3	1,6	1,6
		<i>CAT 785C, CAT 785D (26,4)</i>		<i>CAT 789D (31,3)</i>
10	35	0,4	0,9	1,0
20		0,8	1,3	1,4
30		1,3	1,8	1,9
Бульдозер		<i>CAT D10 (14,1)</i>		
10	35	0,4	0,6	
20		0,8	1,1	
30		1,3	1,5	

Примечание: При расчетном значении ширины призмы возможного обрушения менее 1,0 м принимать 1,0 м.

Учитывая широкий спектр применяемого горного оборудования ширина призмы возможного обрушения рассчитана для определённого диапазона нагрузок – от 0 до 60 т/м². Определение ширины призмы для конкретного типа горного оборудования производится

следующим образом: по техническому паспорту берется удельная нагрузка оборудования, затем путем интерполяции по табл. 7.12 устанавливается ширина призмы возможного обрушения. Допустимо применение оборудования с аналогичными техническими характеристиками и удельной нагрузкой.

Таблица 7.12 - Ширина призмы возможного обрушения ярусов внешнего отвала при различной нагрузке горным оборудованием

Высота уступа, м	Угол яруса,	Ширина призмы возможного обрушения (м) при нагрузке горным оборудованием (т/м ²)													
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
<i>Песчано-глинистые и гравелистые породы (моренные отложения)</i>															
10	35	1,2	1,5	1,9	2,2	2,6	3,0	3,3	3,7	4,1	4,4	4,8	5,2	5,5	
15	35	1,9	2,2	2,6	3,0	3,3	3,7	4,1	4,4	4,8	5,2	5,5	5,9	6,3	
<i>Скальная отвальная масса (гранодиорит, гранит)</i>															
10	35	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	
20	35	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	
30	35	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2	

Примечание: При расчетном значении ширины призмы возможного обрушения менее 1,0 м принимать 1,0 м.

Для автосамосвалов ширина бермы безопасности рассчитывается по ширине предохранительного вала и ширине призмы возможного обрушения. За окончательную ширину бермы безопасности из двух полученных значений принимается большее.

Согласно «Правилам безопасности...» высота предохранительного вала принимается не менее половины диаметра колеса самого большого по грузоподъемности эксплуатируемого на участке автосамосвала.

Пример определения ширины бермы безопасности яруса отвала, сформированного из скальной отвальной массы, для автосамосвала БЕЛАЗ-75137 приведен на рис. 7.30.

Расчет ширины бермы безопасности

Параметры яруса		Параметры автосамосвала		Параметры предохранительного вала		Ширина призмы возможного обрушения, м	Ширина предохранительного вала по низу, м
Высота, м	30	Марка	БелАЗ-75137	Высота, м	1,50		
Угол откоса, градус	35	Диаметр заднего колеса, м	3,1	Угол откоса, градус	35		
		Нагрузка заднего моста на 1 м протяженности откоса (при разгрузке), т/м	25,4				

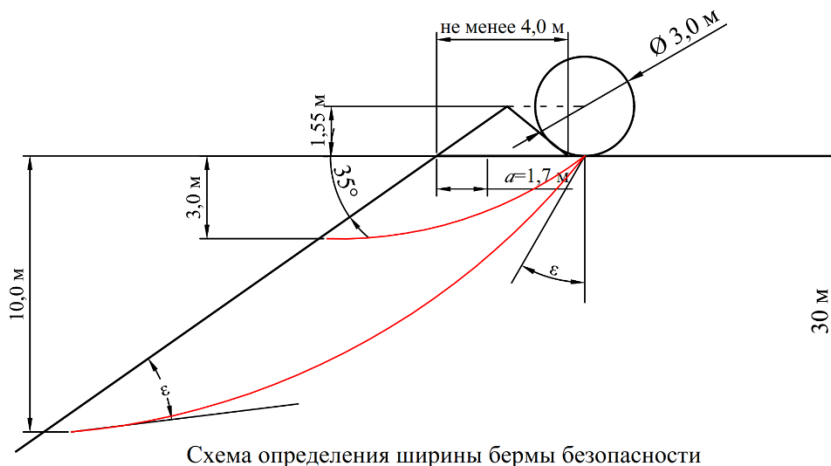


Схема определения ширины бермы безопасности

При наличии оборудования вблизи верхней бровки откоса отвала нарушение устойчивости чаще всего происходит путем образования малых призм оползания, вес которых соизмерим с весом оборудования, потенциальная поверхность скольжения при этом выходит на поверхность откоса отвала.

При расположении автосамосвала вблизи верхней бровки отвала для его разгрузки непосредственно под откос возможно образование криволинейной поверхности скольжения под задним мостом автосамосвала на глубине от 3 до 10 м.

Рисунок 7.30 - Форма в плане вероятной призмы обрушения при нагрузке горным оборудованием

7.3.4 Рекомендации и мероприятия, повышающие устойчивость отвала

В процессе формирования отвалов происходит изменение ряда природных и техногенных факторов, влияющих на устойчивость. В частности, при консолидации пород изменяются сопротивление пород основанию сдвигу; периодически меняется состав и пропорция смеси отвальных пород; неравномерное распределение осадков способствует повышенному увлажнению пород весной и осенью, смерзанию зимой и т.д. Вследствие вертикальной фильтрации максимальное водонасыщение пород происходит на контакте отвала с основанием. Поэтому в процессе формирования отвалов зачастую возникают деформации даже в том случае, когда фактические параметры отвала соответствуют проектным. В этой связи рекомендуется выполнять ряд мероприятий по повышению устойчивости отвалов и обеспечению безопасных условий их эксплуатации.

Анализом инженерно-геологических изысканий основания внешнего отвала установлено, что основание слагают преимущественно нерасчлененные ледниковые (моренные) отложения, представленные песком гравелистым, галечниковым и гравийным грунтами, реже основание слагают песок мелкий и пылеватый, что согласно ФНиП «Правила обеспечения устойчивости...» является прочным основанием для внешнего отвала. Однако, учитывая также гидрогеологические условия месторождения (расположение вблизи площадки под отвал озер Окунье и Печгуба), основание отвала практически повсеместно обводнено. На

рис. 7.31 выделены участки сезонно (ежегодно) подтапливаемые и постоянно подтопленные в естественных условиях.

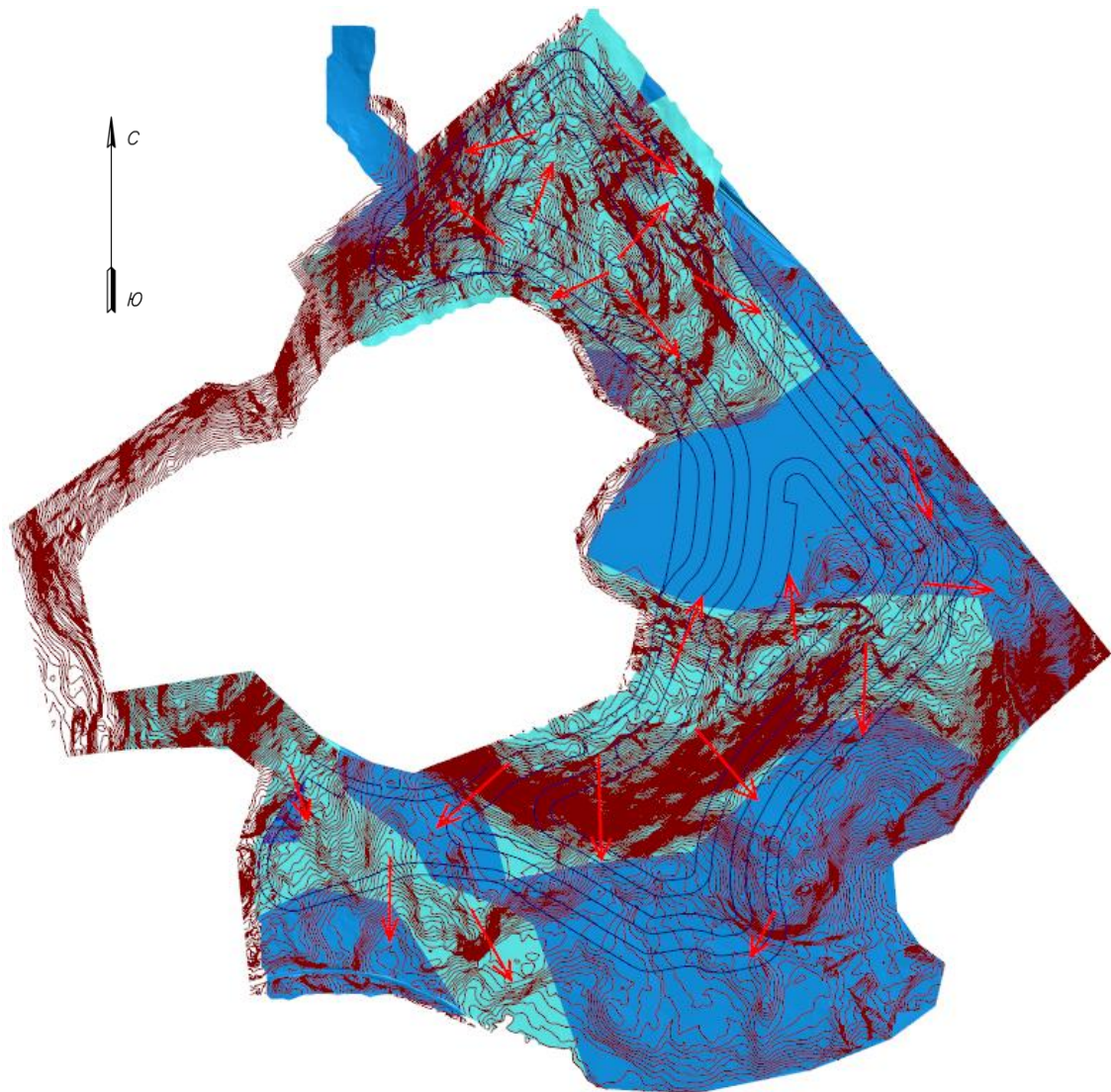


Рисунок 7.31 - Участки внешнего отвала сезонно (голубой цвет) и постоянно (синий цвет) подтопленные в естественных условиях

Для формирования устойчивого внешнего отвала необходимо:

1. Вести отвалообразование согласно проектной документации, а именно:

1.1. Песчано-глинистые и гравелистые породы (моренные отложения) размещать в северной части отвала, где основание не обводнено и не имеет понижений в рельефе, в результате чего уменьшается риск накопления воды в основании и теле отвала.

1.2. При развитии отвальных работ в направлении озера Окунье произвести его предварительное осушение.

1.3. При развитии отвала в юго-восточном направлении произвести перенос русла ручья (без названия) и строительство руслоотводного канала.

1.4. Производить сбор грунтовых вод и атмосферных осадков с поверхности отвала в систему водоотводных канав (водосборных), с последующим отведением воды в зумпфы.

2. Засыпку отрицательных форм рельефа, а также заболоченных или обводненных участков земной поверхности (рис. 7.32), производить **исключительно** скальными неразмокаемыми породами (ИГЭ-12 и др.).

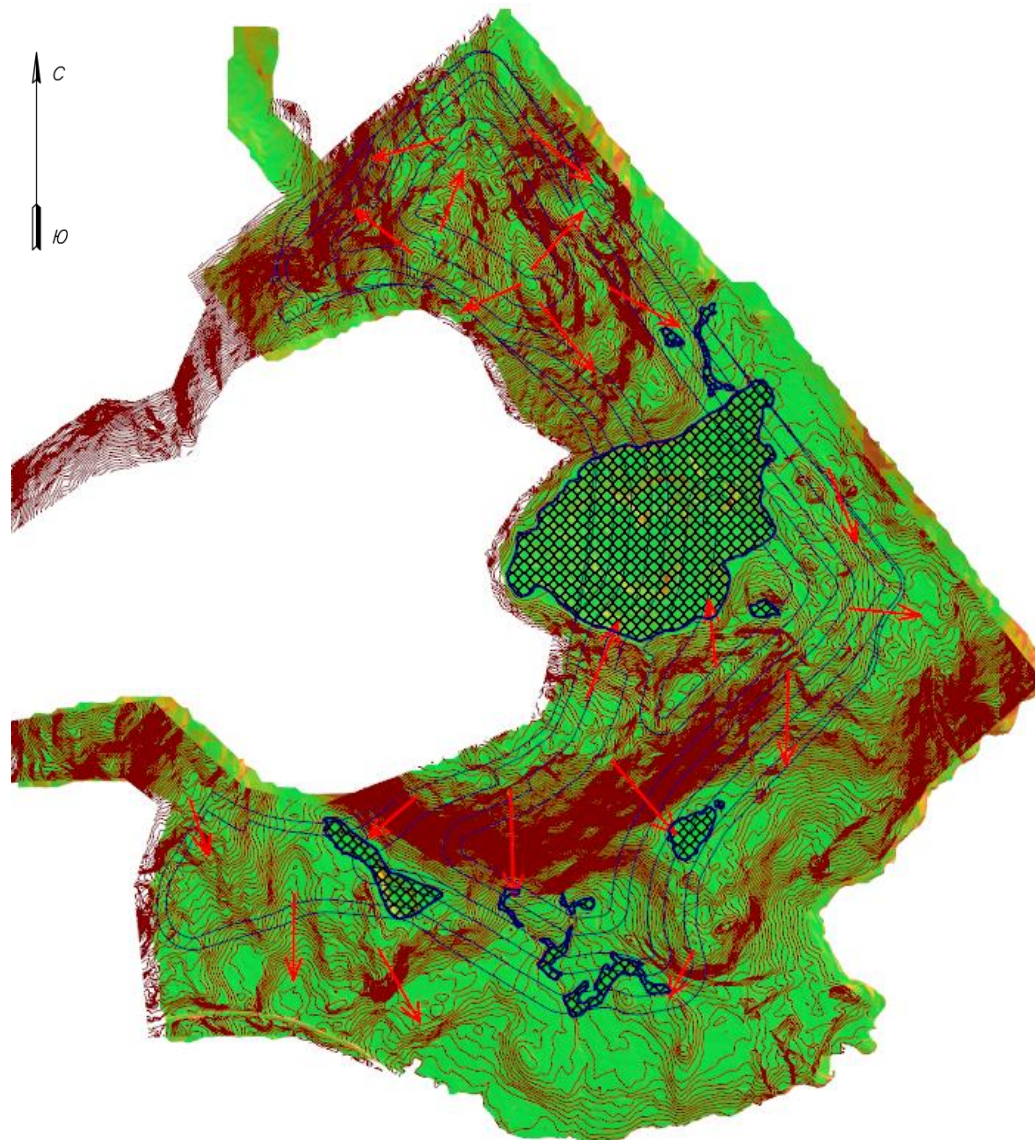


Рисунок 7.32 - Заболоченные или обводненные участки с отрицательной формой рельефа (отображены штриховкой)

3. Обустроить водоотводные каналы с учетом пропуска ливневых и талых вод. Форма поперечного сечения канавы может быть трапециевидальной или прямоугольной. Глубина канавы может быть различной, в зависимости от ожидаемого расхода воды. Обычно глубина канав не превышает 2-3 м. В канавах трапециевидальной формы ширину по дну принимают не менее 0,5 м. Канавы рекомендуется заполнять фильтрующими неразмокаемыми породами. Схема водоотводной канавы, заполненной фильтрующими породами, представлена на рис. 7.33.

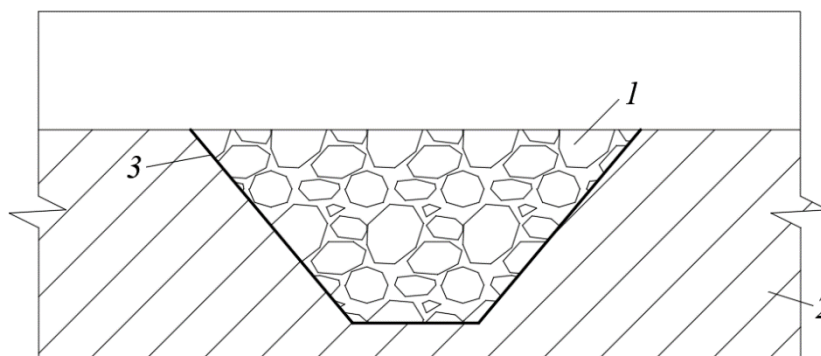


Рисунок 7.33 - Схема водоотводной канавы с фильтрующим заполнителем

1 – фильтрующий заполнитель; 2 – основание; 3 – контур водоотводной канавы

Размеры водоотводных канав определяют с некоторым запасом, выражающимся как в превышении их бровки над максимальным уровнем воды на 0,25 м, так и в дополнительной площади поперечного сечения, полагая условно, что нижняя часть канав на глубину примерно 0,1 м будет заилена выпавшими из воды наносами.

4. С целью предотвращения суффозии и защиты откоса от фильтрационных деформаций после формирования каждого яруса отвала песчано-глинистых и гравелистых пород (моренные отложения) откосы рекомендуется пригрузить хорошо фильтрующими скальными грунтами (рис. 7.34).

Как мера предупреждения деформаций откоса, наслоенный дренаж имеет ряд положительных сторон: он доступен для наблюдения, осмотра и ремонта в процессе эксплуатации; чрезвычайно прост по исполнению; допускает производство работ по очередям и устройство в процессе эксплуатации; требует сравнительно небольшого количества фильтрующего грунта.

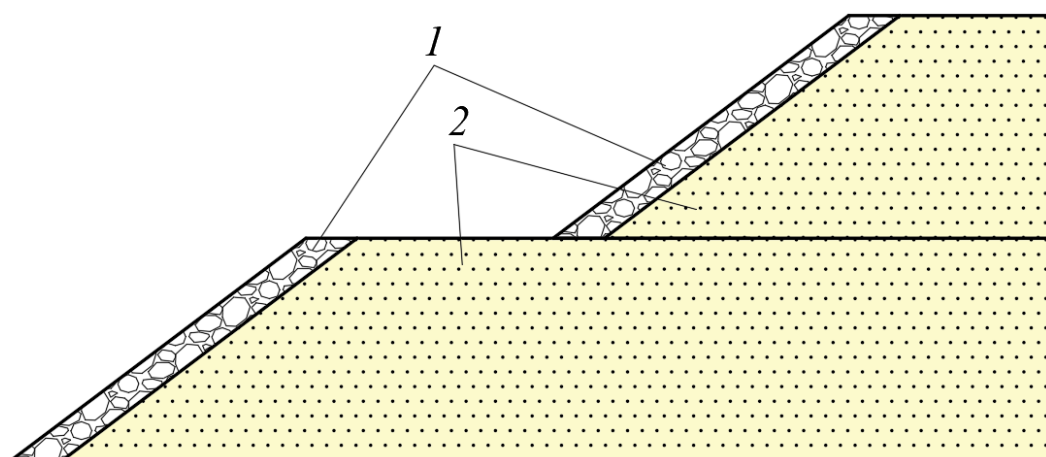


Рисунок 7.34 - Схема наслоенного дренажа

1 – наслоенный дренаж из фильтрующих скальных грунтов; 2 – песчано-глинистые и гравелистые породы (моренные отложения)

5. В зимний период производить очистку ярусов и основания отвала от снега. Не допускать заваливания породами снежных сугробов, расположенных на основании и откосах отвала.

6. В процессе отсыпки бульдозерных отвалов осуществлять оперативный контроль, включающий совокупность маркшейдерского контроля деформаций откосов и технологического контроля параметров откосов, направления и интенсивности развития отвалов.

7. Постоянно производить визуальные наблюдения за откосами, верхней площадкой отсыпаемого яруса и прилегающих участков по выявлению трещин и других признаков деформаций. Основным признаком начала развития оползня при деформациях откосов является возникновение видимой визуальной трещины отрыва, оконтуривающей оползневое тело по фронту (разрушение откоса происходит при полном оконтуривании оползня трещиной отрыва на флангах). На участках, склонных к деформациям, и деформирующихся участках, выявленных визуальными наблюдениями, принимать решения о необходимости применения противооползневых мероприятий. Для предотвращения развития опасных деформаций обращаться в специализированные организации с целью разработки мероприятий по повышению устойчивости.

7.3.4.1 Гидрогеомеханический и маркшейдерский контроль при эксплуатации отвала

При формировании отвальных сооружений необходим оперативный контроль устойчивости откосов с целью обеспечения безопасности и технико-экономической эффективности горных работ. Основные задачи контроля:

- оценка соответствия действительных условий отвалообразования проектным;
- сравнение фактических показателей, определенных на различных этапах формирования отвалов, с проектными и внесение на этой основе изменений в проектные решения;

- оценка напряженно-деформированного состояния отвалов и их оснований;
- наблюдение за устойчивостью откосов отвалов.

Гидрогеомеханический контроль включает в себя:

- периодическое определение состояния и свойств пород отвалов и их оснований;
- документирование имеющихся случаев нарушения устойчивости, выявление причин деформаций, назначение мероприятий (при необходимости) по ликвидации последствий оползня и контроль их выполнения;

- наблюдения за фильтрацией воды из отвала и основания;
- наблюдения за работой водоотводных канав.

При отклонении фактических параметров от проектных произвести испытание пород для определения физико-механических характеристик пород. Выполнить расчет устойчивости отвалов с учетом изменения напряженно-деформированного состояния.

Технологический контроль включает в себя наблюдения: за составом пород, поступающих в отвал с различных вскрышных участков и горизонтов; за параметрами и порядком развития отвальных работ; за интенсивностью отсыпки; за качеством выполнения мероприятий по обеспечению устойчивости.

Маркшейдерский контроль ведения отвальных работ включает в себя установление границ распространения деформаций и их вида; определение абсолютных величин скоростей смещения оползающих масс и определение критической величины смещения и скорости, предшествующих разрушению откоса отвала.

Маркшейдерские наблюдения в зависимости от степени ответственности отвальных сооружений, параметров и скорости оползневых деформаций могут быть визуальными, упрощенными и инструментальными.

Упрощенные и визуальные наблюдения наиболее целесообразны при формировании отвалов в условиях постоянной отсыпки, что влечет за собой ликвидацию рабочих реперов. Наиболее приемлемым способом контроля в данном случае являются обычные наблюдения, заключающиеся в периодических линейных и угловых измерениях раскрытия трещины отрыва (между двумя реперами, забитыми по краям трещины) с использованием простейших измерительных инструментов (деревянных маркированных реек, линеек, рулеток) и угломерных устройств (эклиметра, горного компаса).

Более подробно особенности маркшейдерских наблюдений за деформациями отвалов рассмотрены в **разд. 20.10.6.**

7.3.4.2 Геомеханическая оценка принятых проектных решений

Для оценки соответствия принятых параметров отвала и его элементов использовались физико-механические свойства отвальной массы и инженерно-геологических элементов, слагающих основание отвала.

Оценка соответствия выполнена двумя методами:

1. На основании ранее обоснованных параметров отвала.
2. Поверочными расчетами по наиболее характерным профилям.

3D модель внешнего отвала и его основания приведены на рисунке **рис. 7.35.**

Расположение профилей в плане приведено на рисунке **рис. 7.36.** Проектные параметры отвала и его элементов замерялись с использованием программного комплекса ГГИС Micromine. Результаты оценки устойчивости проектного контура внешнего отвала на основании обоснованных параметров приведены в **табл. 7.13.**

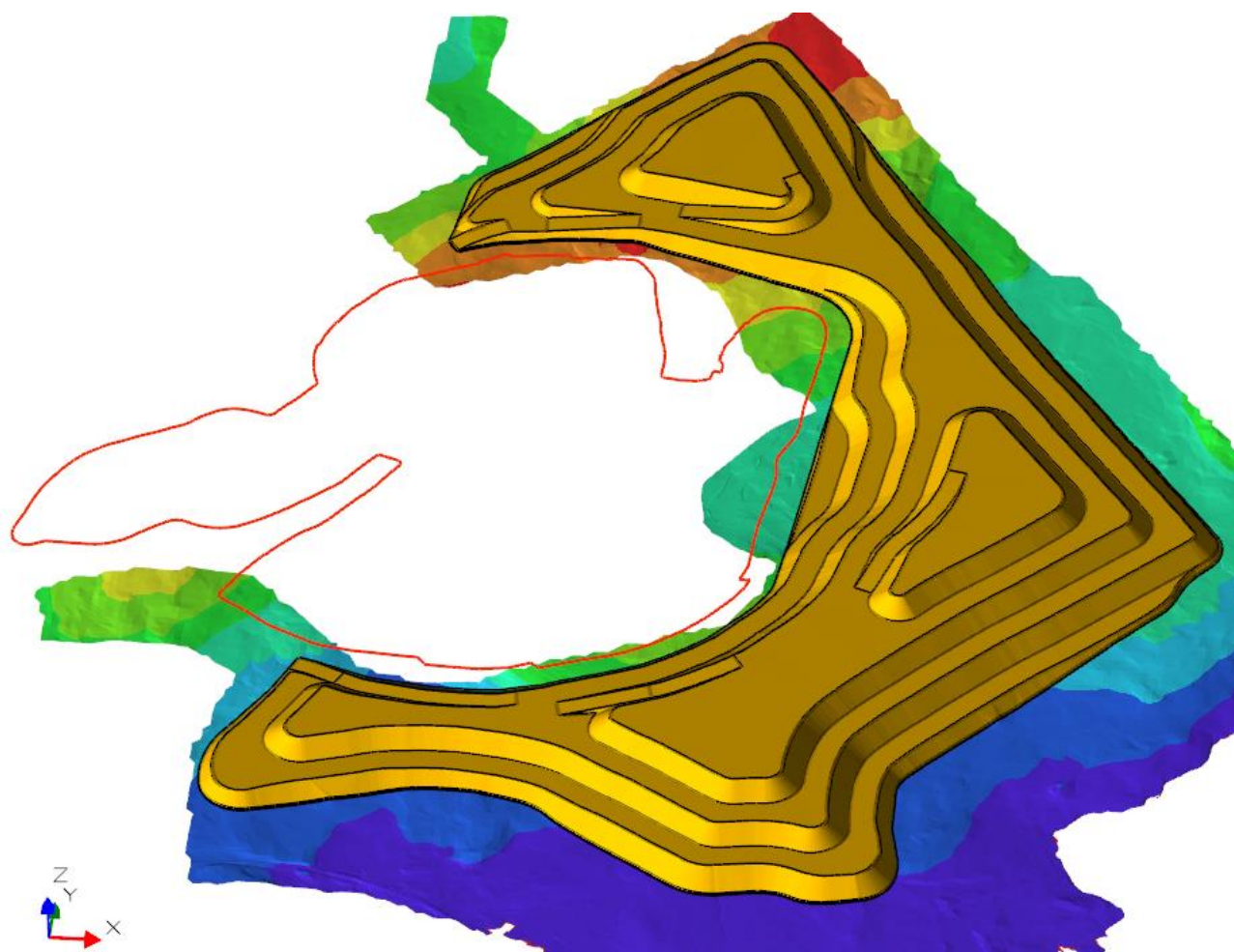


Рисунок 7.35 - 3D модель внешнего отвала и его основания

Расчеты устойчивости проектного положения внешнего отвала выполнены методом Бишопа в программном комплексе Slide2 (рис. 7.37, 7.38, 7.39, 7.40, 7.41, 7.42, 7.43, 7.44, 7.45, 7.46, 7.47, 7.48, 7.49, 7.50, 7.51, 7.52, 7.53, 7.54). В программном комплексе Slide2 расчет устойчивости выполнен в плоско-деформационной постановке задачи. Расчет выполнен с учетом уровня грунтовых вод в основании отвала.

При построении инженерно-геологического разреза использовались результаты обработки материалов инженерно-геологических изысканий. Они позволили детально установить границы между геологическими слоями, различающимися по своим физическим и механическим характеристикам. Расчетный коэффициент устойчивости по наиболее напряженной поверхности скольжения для каждого вертикального разреза представлен в табл. 7.14.

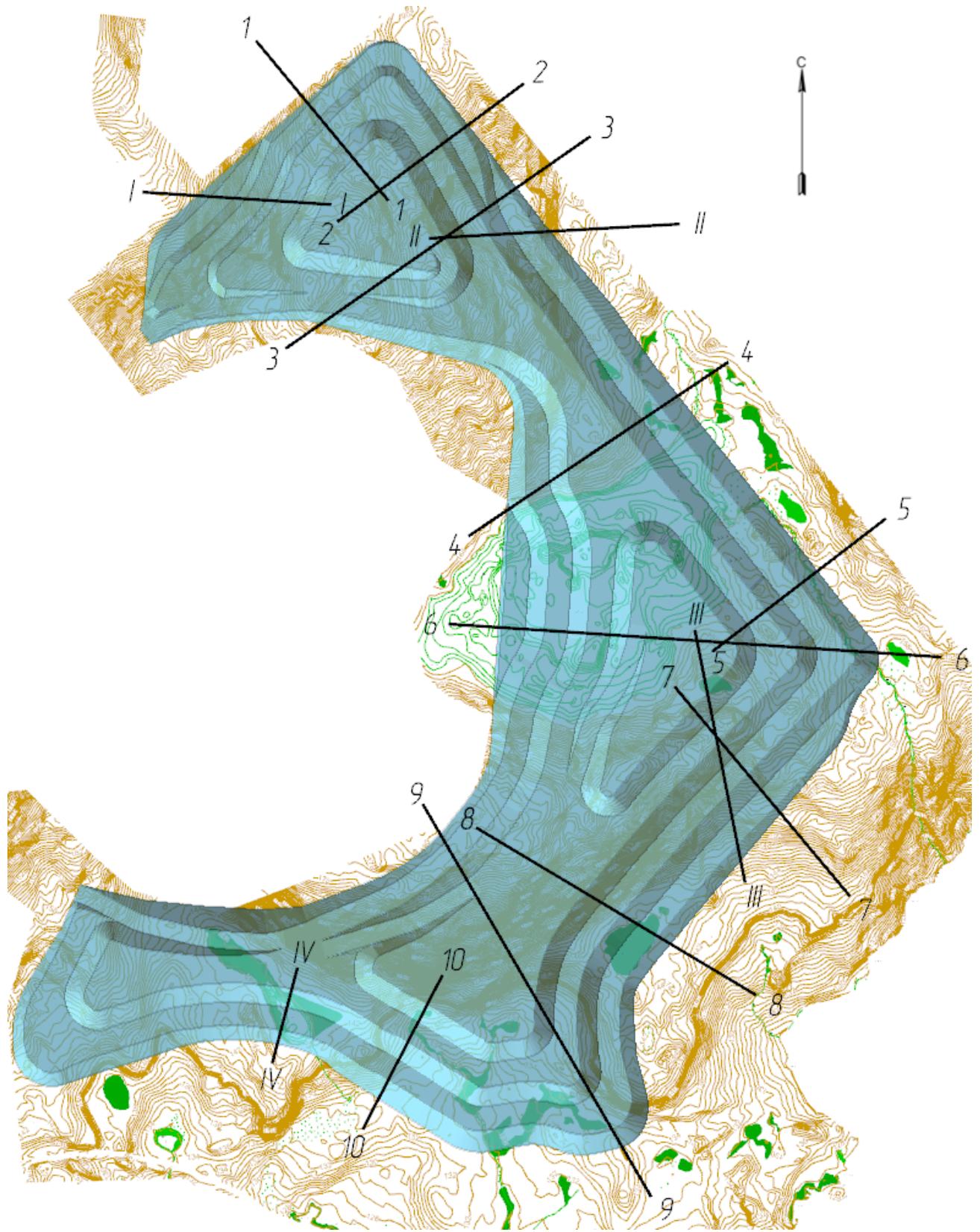


Рисунок 7.36 - Расположение профильных линий в плане

Таблица 7.13 - Оценка соответствия проектных параметров отвала рекомендуемым по условию устойчивости

Профиль	Сторона света	Тип отвальной массы	Угол наклона основания, град.	Абсолютная отметка бровки, м		Параметры отвала и его элементов			Соответствие углов наклона	Примечание	
				верхней	нижней	высота, м	угол наклона, град.				
							по проекту	по условию устойчивости			
1-1	СЗ	Песчано-глинистые и гравелистые породы (моренные отложения)	-5	210,0	203,0	7,0	35	35	$\alpha_n = \alpha_y$	Ярус отвала	
				225,0	203,0	22,0	17	29	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал	
	ЮВ		0	210,0	196,5	13,5	35	35	$\alpha_n = \alpha_y$	Ярус отвала	
				225,0	196,5	28,5	13	27	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал	
СЗ	0	255,0	225,0	30,0	35	35	$\alpha_n = \alpha_y$	Ярус отвала			
2-2	СВ	Песчано-глинистые и гравелистые породы (моренные отложения)	0	210,0	202,0	8,0	35	35	$\alpha_n = \alpha_y$	Ярус отвала	
				225,0	202,0	23,0	17	30	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал	
		Скальная отвальная масса		255,0	225,0	30,0	35	35	$\alpha_n = \alpha_y$	Ярус отвала	
3-3	СВ	Скальная отвальная масса	-6	195,0	182,0	13,0	35	35	$\alpha_n = \alpha_y$	Ярус отвала	
				225,0	182,0	43,0	20	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Элемент отвала	
				255,0	182,0	73,0	19	30	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал	
	ЮЗ		0	225,0	201,5	23,5	35	35	$\alpha_n = \alpha_y$	Ярус отвала	
				241,5	201,5	40,0	20	33	$\alpha_n < \alpha_y$	Элемент отвала	
				255,0	201,5	53,5	18	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал	
4-4	СВ	Скальная отвальная масса	0	195,0	163,8	31,2	35	35	$\alpha_n = \alpha_y$	Ярус отвала	
				225,0	164,0	61,2	24	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал	
	ЮЗ			0	195,0	163,7	31,3	35	35	$\alpha_n = \alpha_y$	Ярус отвала
					225,0	163,7	61,3	23	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал
5-5	СВ	Скальная отвальная масса	0	195,0	161,0	34,0	35	35	$\alpha_n = \alpha_y$	Ярус отвала	
				225,0	161,0	64,0	24	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Элемент отвала	
				255,0	161,0	94,0	22	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал	
6-6	В	Скальная отвальная масса	0	195,0	158,5	36,5	32	35	$\alpha_n < \alpha_y$	Ярус отвала	
				225,0	158,5	66,5	20	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Элемент отвала	
				255,0	158,5	96,5	17	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал	
	З			0	195,0	165,0	30,0	35	35	$\alpha_n = \alpha_y$	Ярус отвала
					225,0	165,0	60,0	24	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Элемент отвала
					255,0	165,0	90,0	20	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Элемент отвала
					255,0	159,2	95,8	16	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал
7-7	ЮВ	Скальная отвальная масса	0	195,0	165,0	30,0	35	35	$\alpha_n = \alpha_y$	Ярус отвала	
				225,0	165,0	60,0	23	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Элемент отвала	
				255,0	165,0	90,0	21	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Элемент отвала	

Профиль	Сторона света	Тип отвальной массы	Угол наклона основания, град.	Абсолютная отметка бровки, м		Параметры отвала и его элементов			Соответствие углов наклона	Примечание
				верхней	нижней	высота, м	угол наклона, град.			
							по проекту	по условию устойчивости		
			-3	255,0	152,8	102,2	19	31	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал
8-8	ЮВ	Скальная отвальная масса	0	165,0	143,7	21,3	35	35	$\alpha_n = \alpha_y$	Ярус отвала
				195,0	143,7	51,3	22	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Элемент отвала
				225,0	143,7	81,3	20	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал
	195,0			179,8	15,2	35	35	$\alpha_n = \alpha_y$	Ярус отвала	
	208,0			179,8	28,2	17	35	$\alpha_n < \alpha_y$	Элемент отвала	
	225,0			179,8	45,2	16	33	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал	
9-9	ЮВ	Скальная отвальная масса	0	165,0	133,9	31,1	35	35	$\alpha_n = \alpha_y$	Ярус отвала
				195,0	133,9	61,1	21	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Элемент отвала
				225,0	133,9	91,1	15	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал
9-9	СЗ	Скальная отвальная масса	0	195,0	179,7	15,3	35	35	$\alpha_n = \alpha_y$	Ярус отвала
				225,0	179,7	45,3	17	33	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал
10-10	ЮЗ	Скальная отвальная масса	0	165,0	133,1	31,9	35	35	$\alpha_n = \alpha_y$	Ярус отвала
				195,0	133,1	61,9	24	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Элемент отвала
				225,0	133,1	91,9	21	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал
I-I	СЗ	Песчано-глинистые и гравелистые породы (моренные отложения)	0	210,0	195,0	15,0	30	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Ярус отвала
				225,0	195,0	30,0	18	27	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал
		Скальная отвальная масса	-5	195,0	178,8	16,2	28	35	$\alpha_n < \alpha_y$	Ярус отвала
II-II	СВ	Скальная отвальная масса	-4	255,0	178,8	76,2	15	30	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал
				195,0	173,7	21,3	32	35	$\alpha_n < \alpha_y$	Ярус отвала
				225,0	173,7	51,3	20	30	$\alpha_n < \alpha_y$	Элемент отвала
III-III	Ю	Скальная отвальная масса	-3	255,0	173,7	81,3	18	30	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал
				165,0	144,3	20,7	31	35	$\alpha_n < \alpha_y$	Ярус отвала
				195,0	144,3	50,7	19	31	$\alpha_n < \alpha_y$	Элемент отвала
				225,0	144,3	80,7	17	30	$\alpha_n < \alpha_y$	Элемент отвала
IV-IV	ЮЗ	Скальная отвальная масса	0	255,0	144,3	110,7	17	30	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал
				165,0	142,3	22,7	33	35	$\alpha_n < \alpha_y$	Ярус отвала
				195,0	142,3	52,7	22	32	$\alpha_n < \alpha_y$	Отвал

Примечание:

1. Углы наклона основания (β) даны со знаком "-" при согласном с откосом отвала направлении.

2. В столбце "соответствие углов наклона" показано соответствие проектного угла (α) рекомендуемому по условию устойчивости: $\alpha_n > \alpha_y$ – проектный угол больше рекомендуемого по условию устойчивости; $\alpha_n = \alpha_y$ – соответствует рекомендуемому углу; $\alpha_n \approx \alpha_y$ – углы отличаются несущественно; $\alpha_n < \alpha_y$ – проектный угол меньше рекомендуемого по условию устойчивости.

3. В таблице введены условные сокращения ориентировки откоса по сторонам света: северо-восточный – СВ; северо-западный – СЗ; юго-восточный – ЮВ; юго-западный – ЮЗ.
4. В столбце "Профиль" арабскими цифрами указаны разрезы, построенные перпендикулярно откосам ярусов, римскими – перпендикулярно горизонталям рельефа.

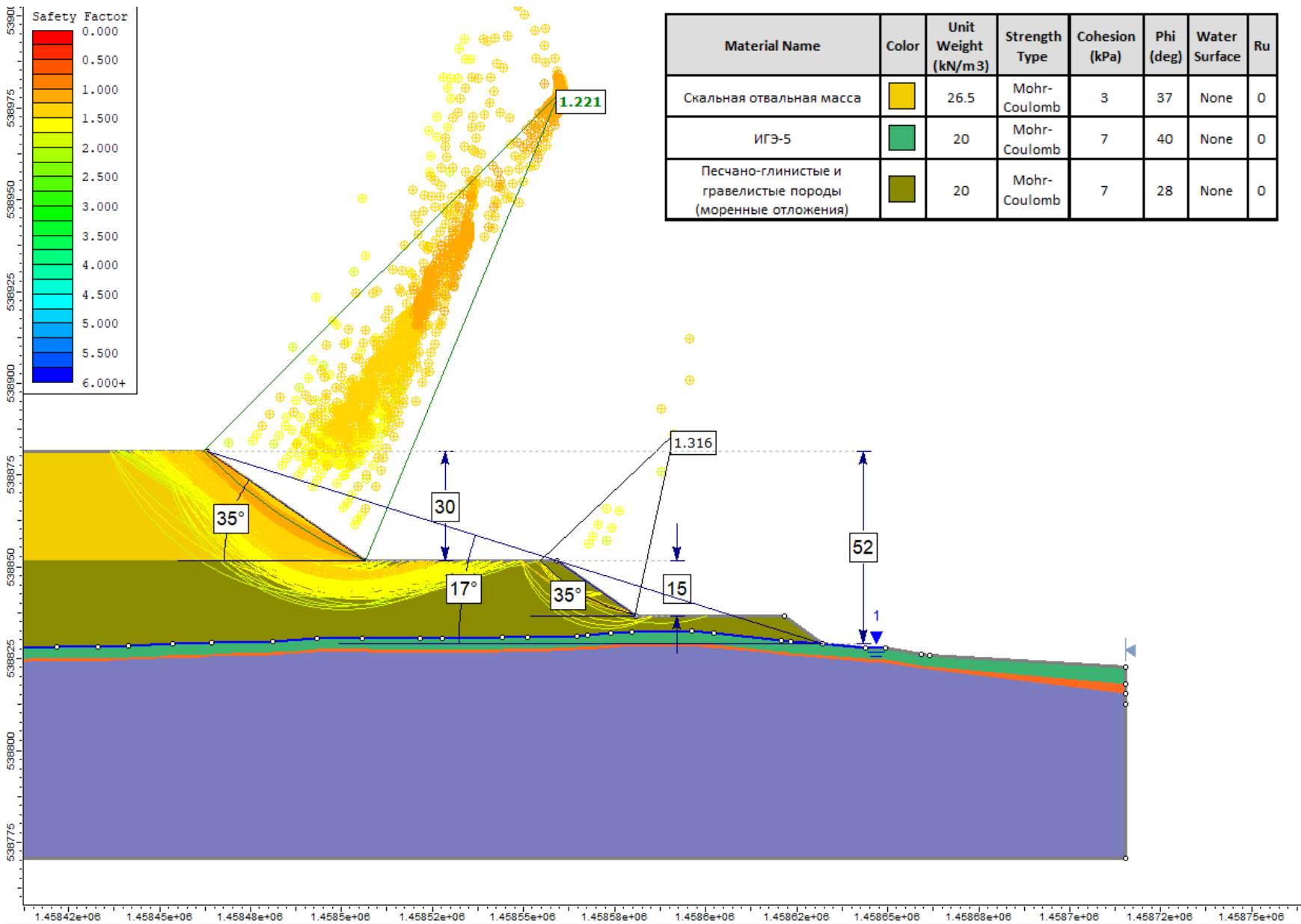





Рисунок 7.37 - Проверный расчет устойчивости проектного положения северо-западной части отвала по профилю 1-1

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Скальная отвальная масса		26.5	Mohr-Coulomb	3	37	None	0
ИГЭ-5		20	Mohr-Coulomb	7	40	None	0
Песчано-глинистые и гравелистые породы (моренные отложения)		20	Mohr-Coulomb	7	28	None	0

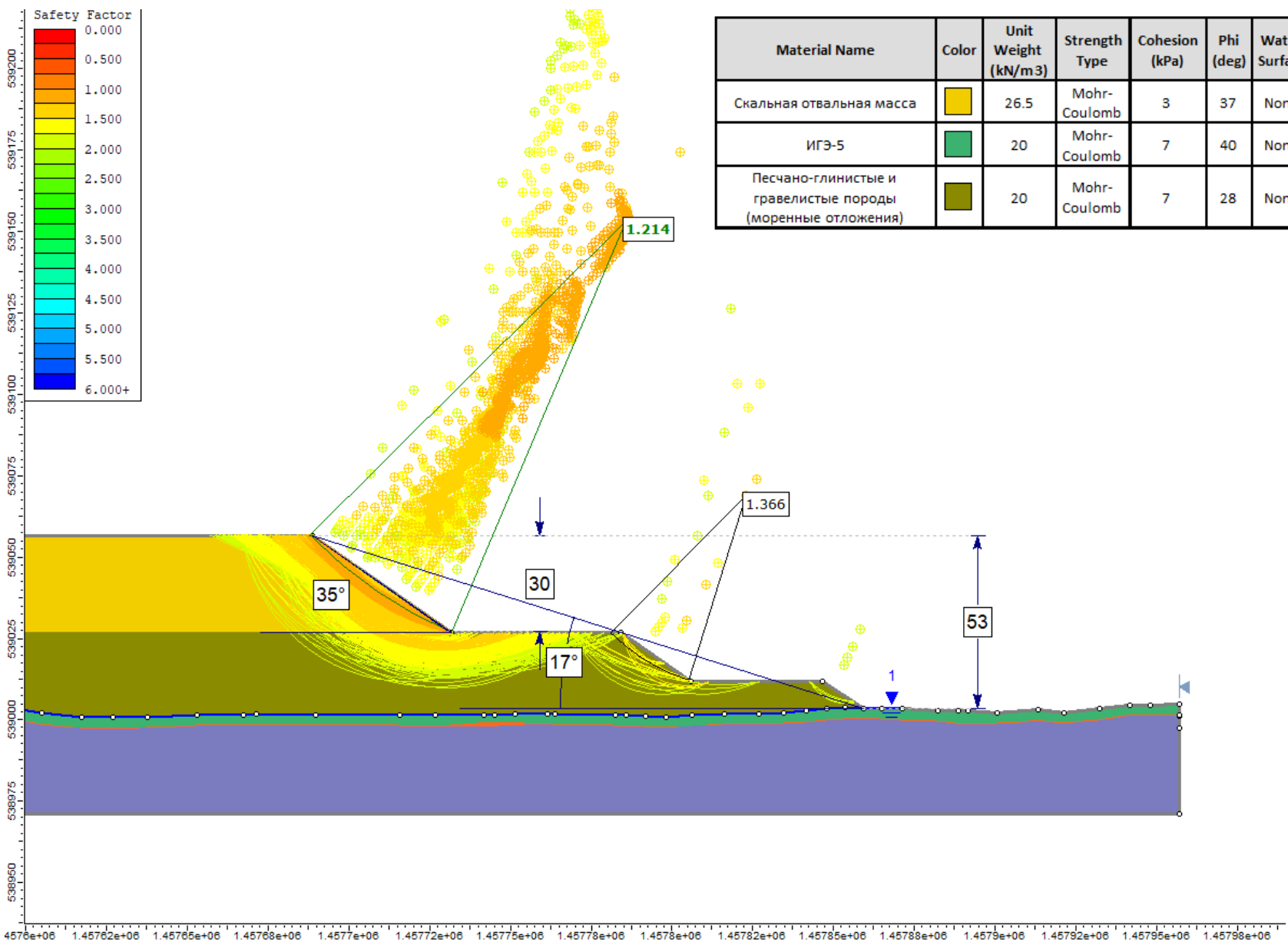


Рисунок 7.38 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения северо-восточной части отвала по профилю 2-2

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface	Ru
Скальная отвальная масса	Yellow	26.5	Mohr-Coulomb	3	37	None	0
ИГЭ-5	Green	20	Mohr-Coulomb	7	40	None	0

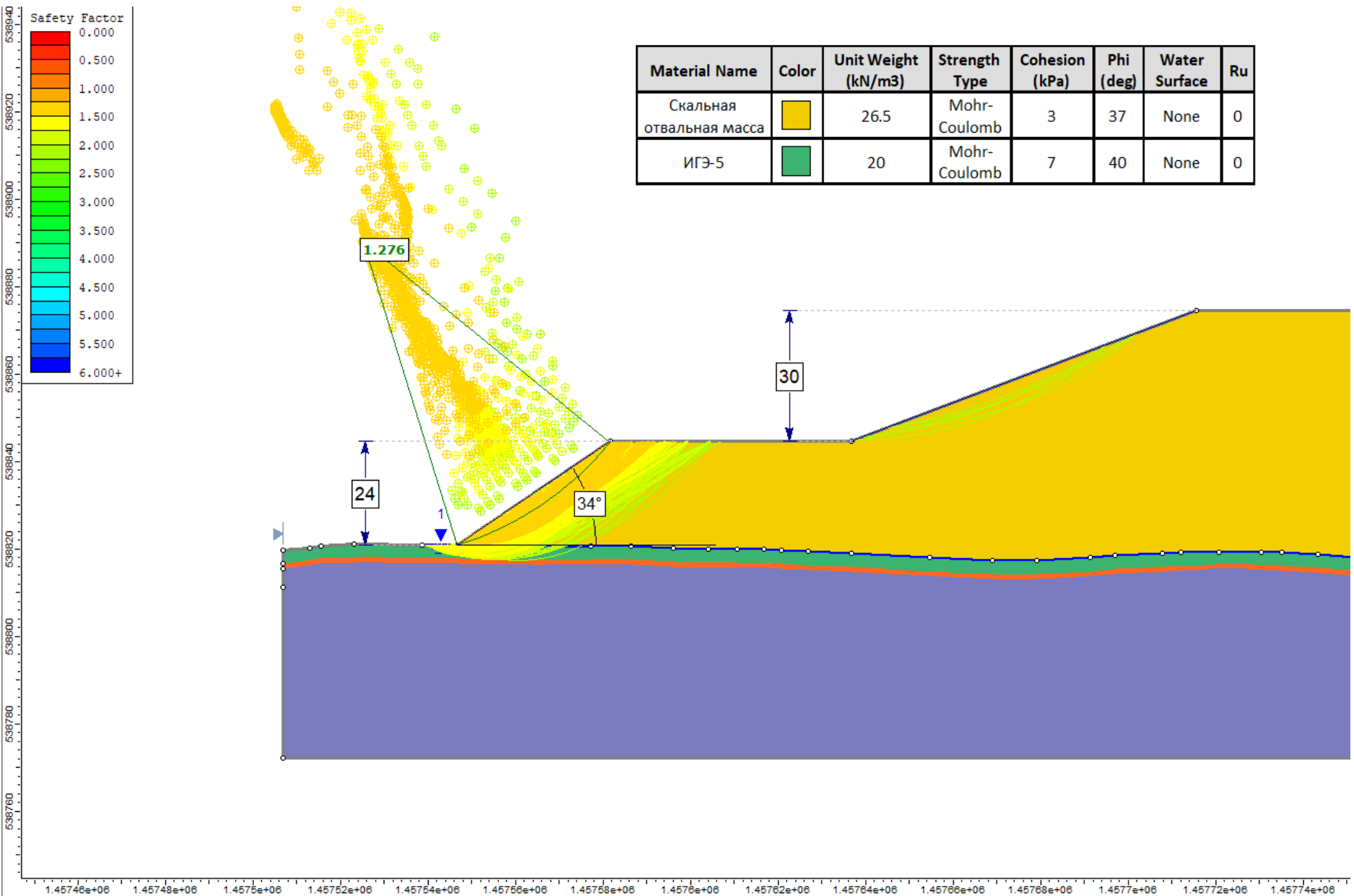


Рисунок 7.39 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения юго-западной части отвала по профилю 3-3

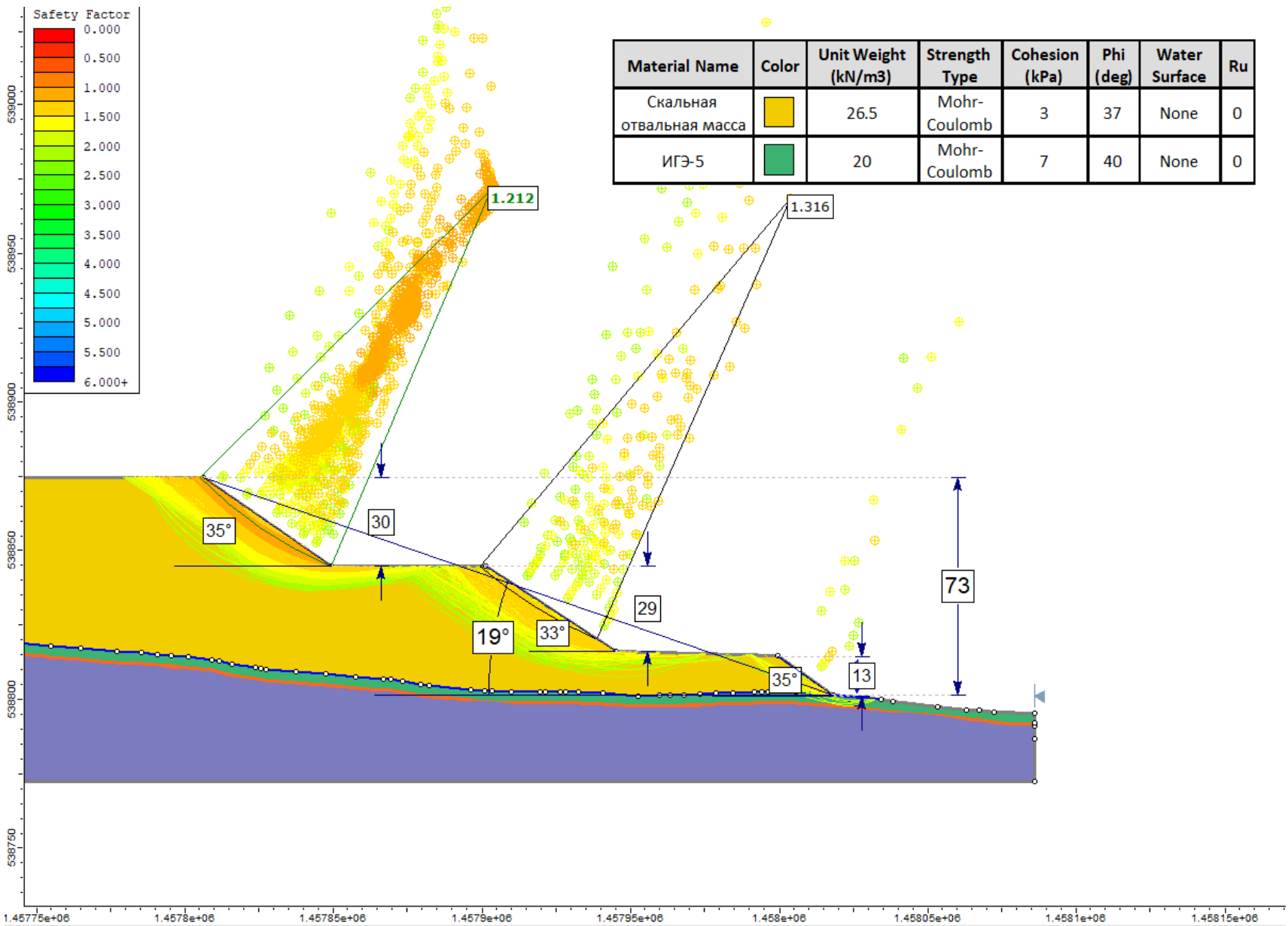


Рисунок 7.40 - Проверочный расчет устойчивости проектного положения северо-восточной части отвала по профилю 3-3

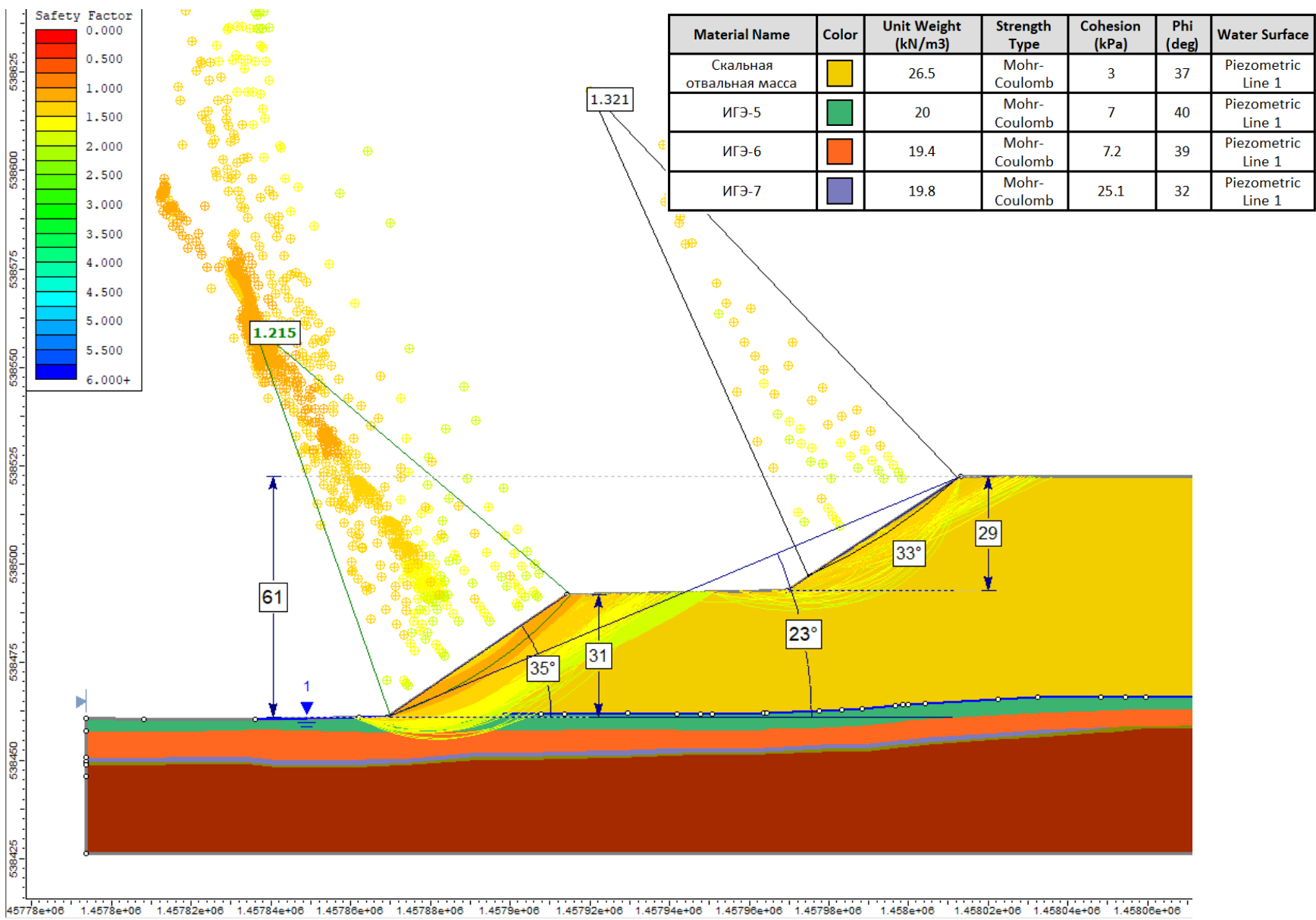


Рисунок 7.41 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения юго-западной части отвала по профилю 4-4

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface
Скальная отвальная масса	Yellow	26.5	Mohr-Coulomb	3	37	Piezometric Line 1
ИГЭ-5	Green	20	Mohr-Coulomb	7	40	Piezometric Line 1
ИГЭ-6	Orange	19.4	Mohr-Coulomb	7.2	39	Piezometric Line 1
ИГЭ-7	Purple	19.8	Mohr-Coulomb	25.1	32	Piezometric Line 1

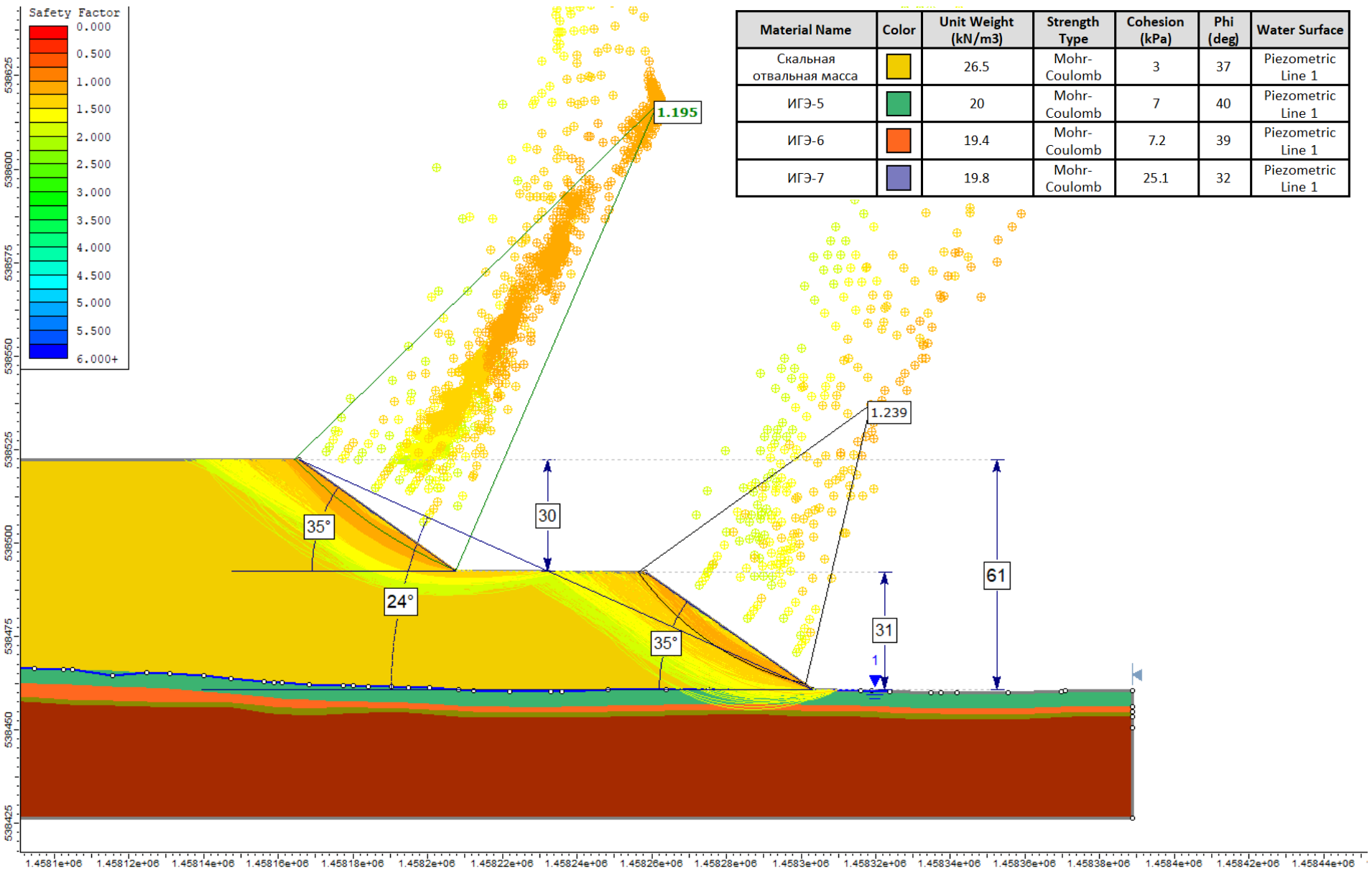


Рисунок 7.42 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения северо-восточной части отвала по профилю 4-4

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface
Скальная отвальная масса	Yellow	26.5	Mohr-Coulomb	3	37	Piezometric Line 1
ИГЭ-5	Green	20	Mohr-Coulomb	7	40	Piezometric Line 1
ИГЭ-6	Orange	19.4	Mohr-Coulomb	7.2	39	Piezometric Line 1

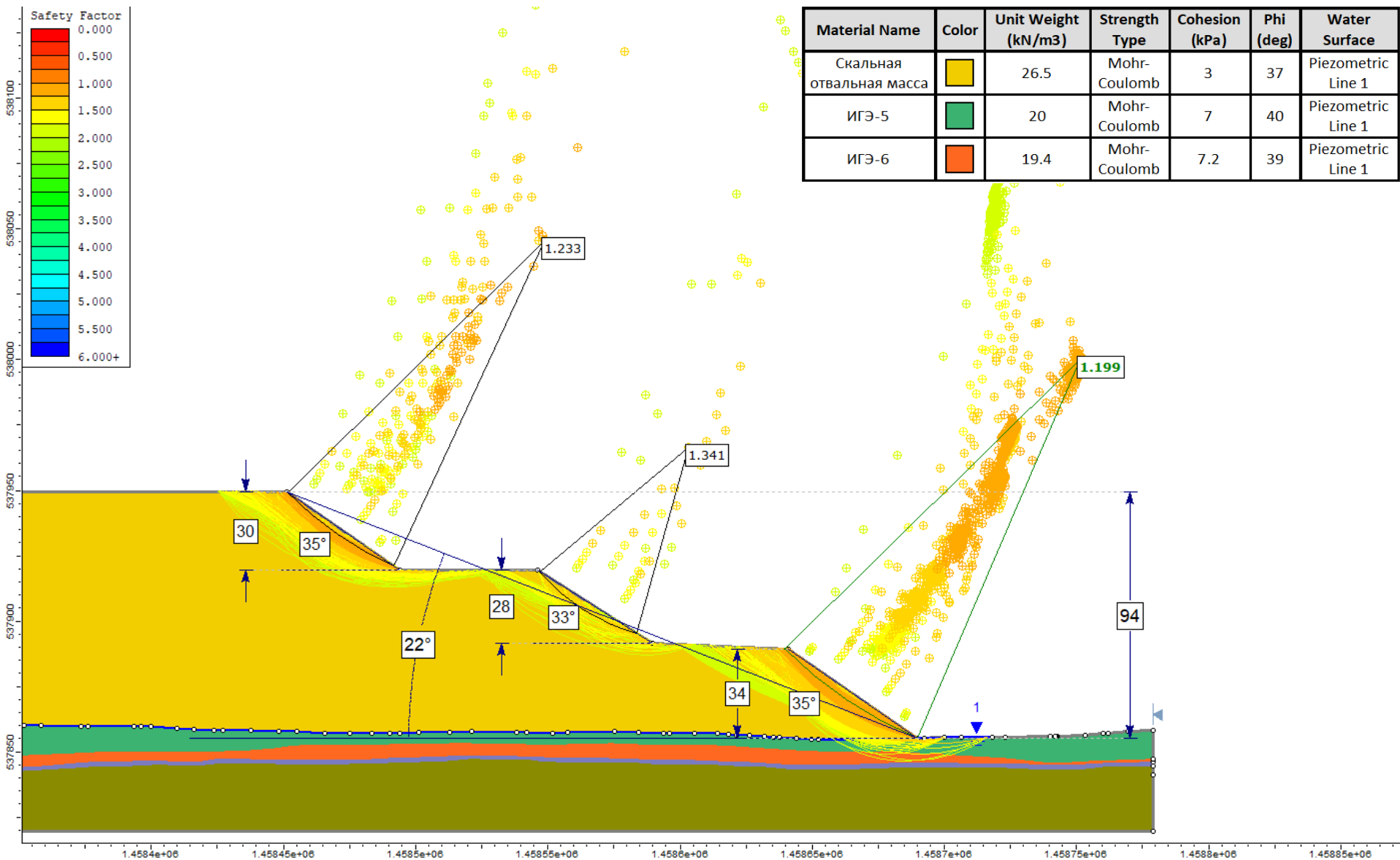


Рисунок 7.43 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения северо-восточной части отвала по профилю 5-5

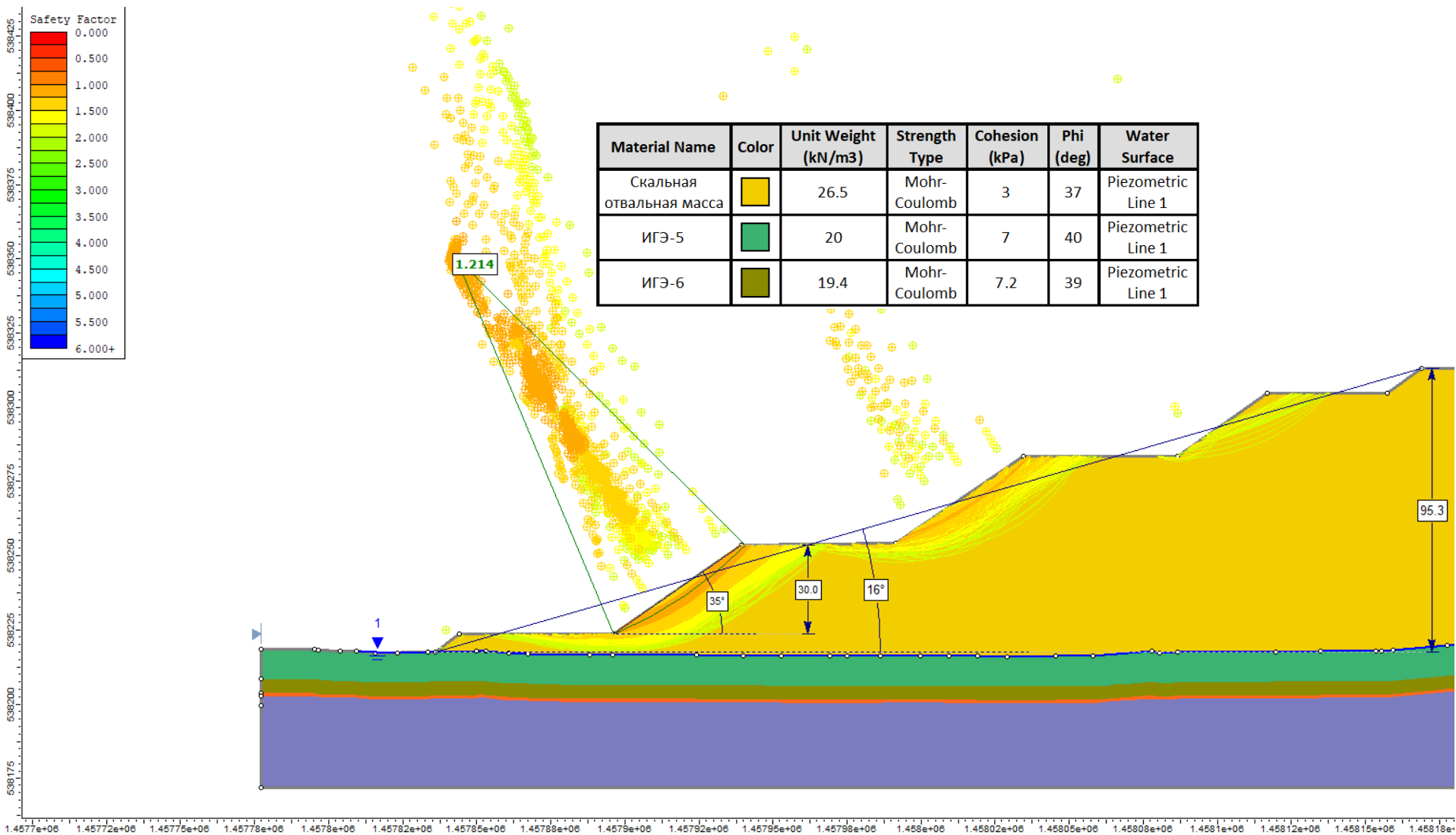


Рисунок 7.44 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения западной части отвала по профилю 6-6

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface
Скальная отвальная масса	Yellow	26.5	Mohr-Coulomb	3	37	Piezometric Line 1
ИГЭ-5	Green	20	Mohr-Coulomb	7	40	Piezometric Line 1
ИГЭ-6	Olive	19.4	Mohr-Coulomb	7.2	39	Piezometric Line 1

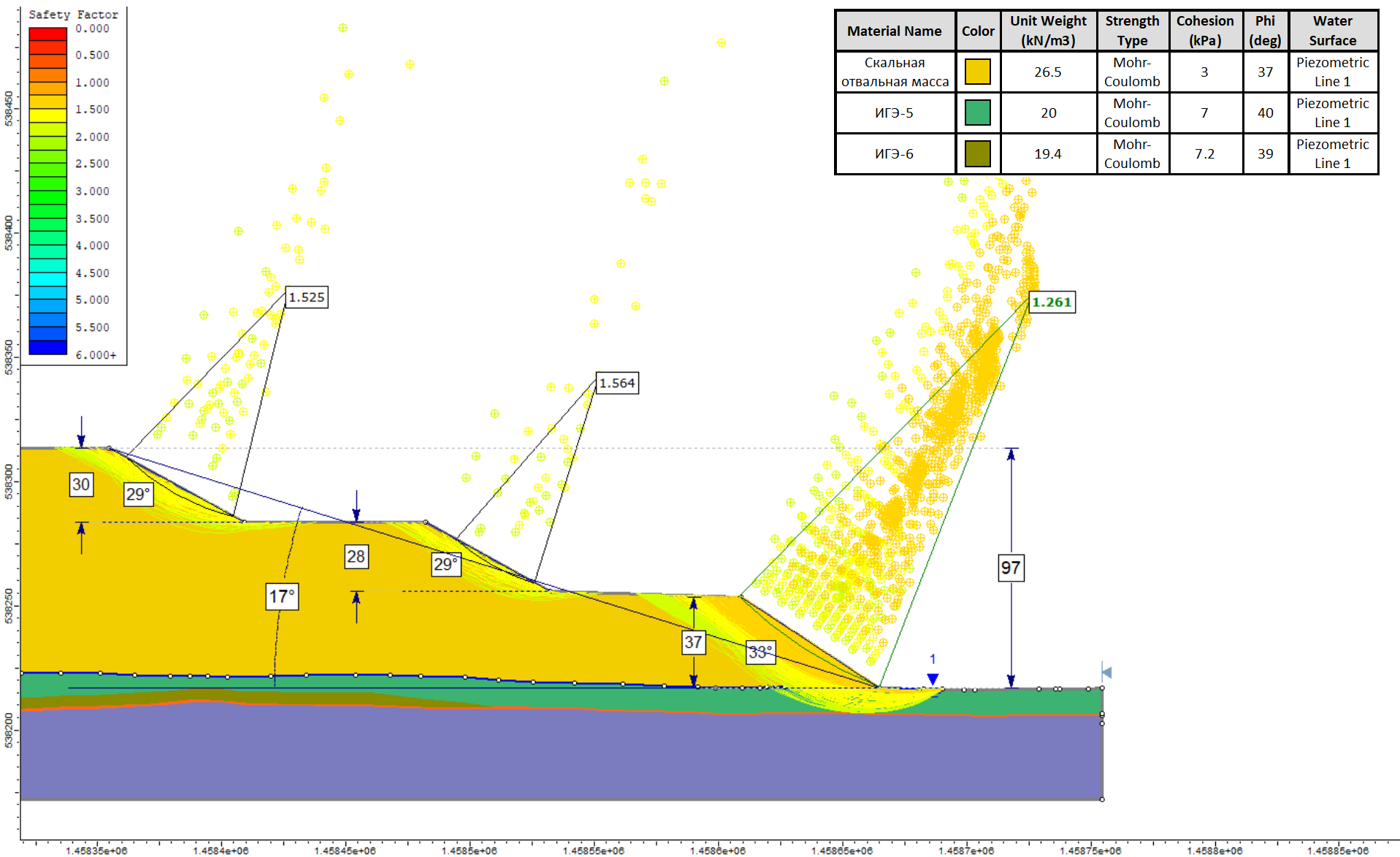


Рисунок 7.45 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения восточной части отвала по профилю 6-6

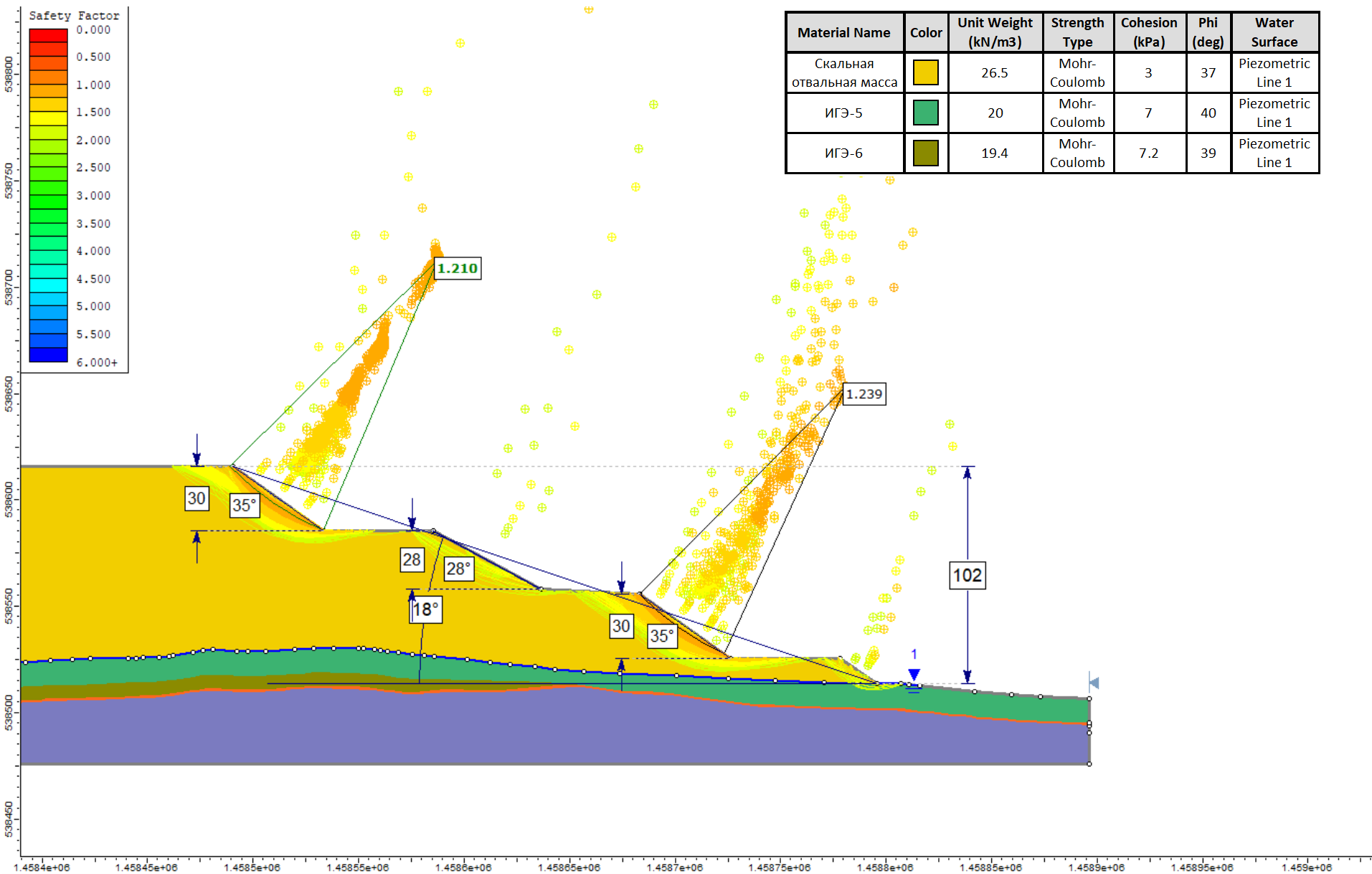


Рисунок 7.46 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения юго-восточной части отвала по профилю 7-7

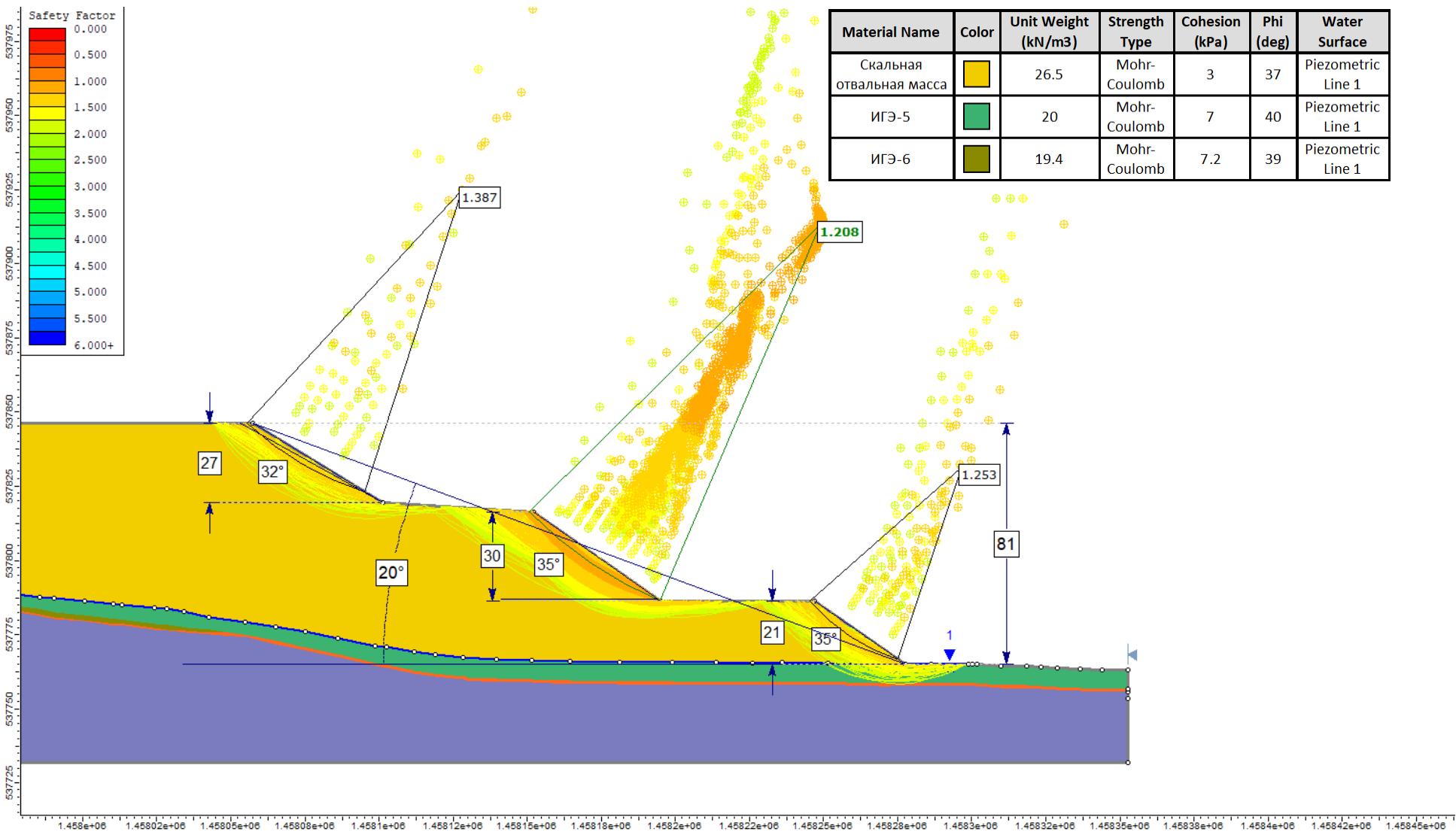


Рисунок 7.47 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения юго-восточной части отвала по профилю 8-8

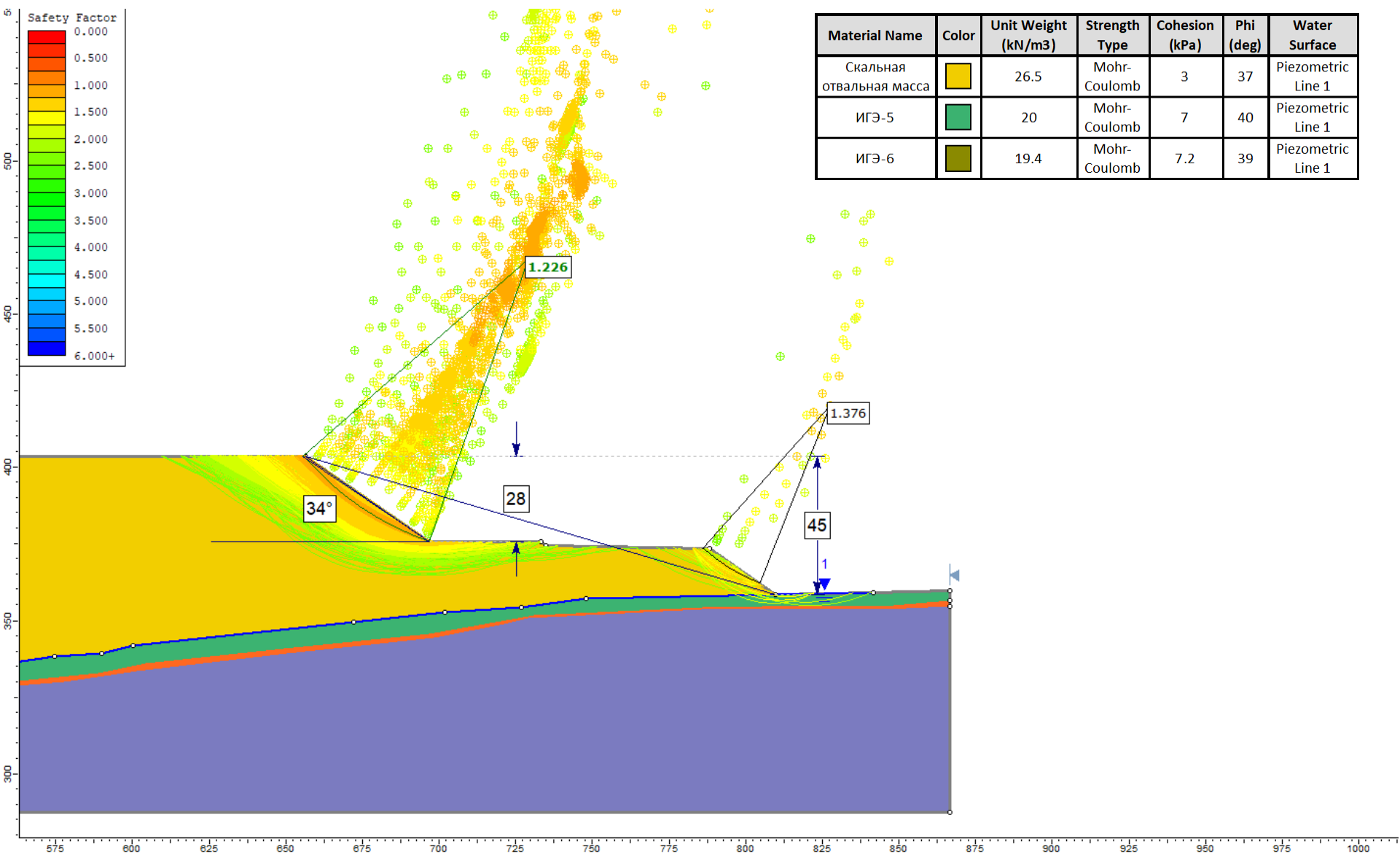





Рисунок 7.48 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения северо-западной части отвала по профилю 9-9

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface
Скальная отвальная масса		26.5	Mohr-Coulomb	3	37	Piezometric Line 1
ИГЭ-5		20	Mohr-Coulomb	7	40	Piezometric Line 1
ИГЭ-6		19.4	Mohr-Coulomb	7.2	39	Piezometric Line 1

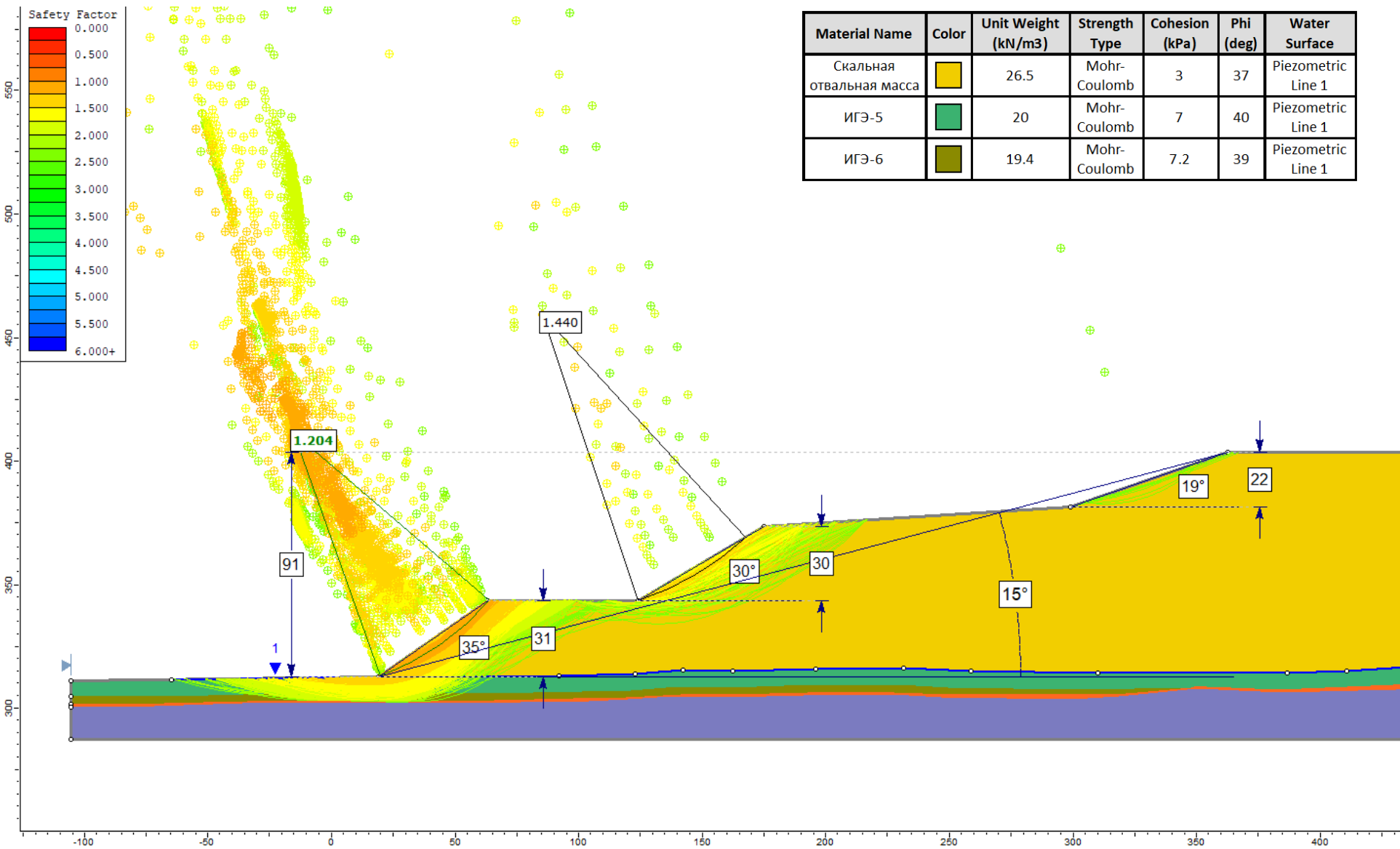





Рисунок 7.49 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения юго-восточной части отвала по профилю 9-9

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface
Скальная отвальная масса		26.5	Mohr-Coulomb	3	37	Piezometric Line 1
ИГЭ-5		20	Mohr-Coulomb	7	40	Piezometric Line 1
ИГЭ-6		19.4	Mohr-Coulomb	7.2	39	Piezometric Line 1

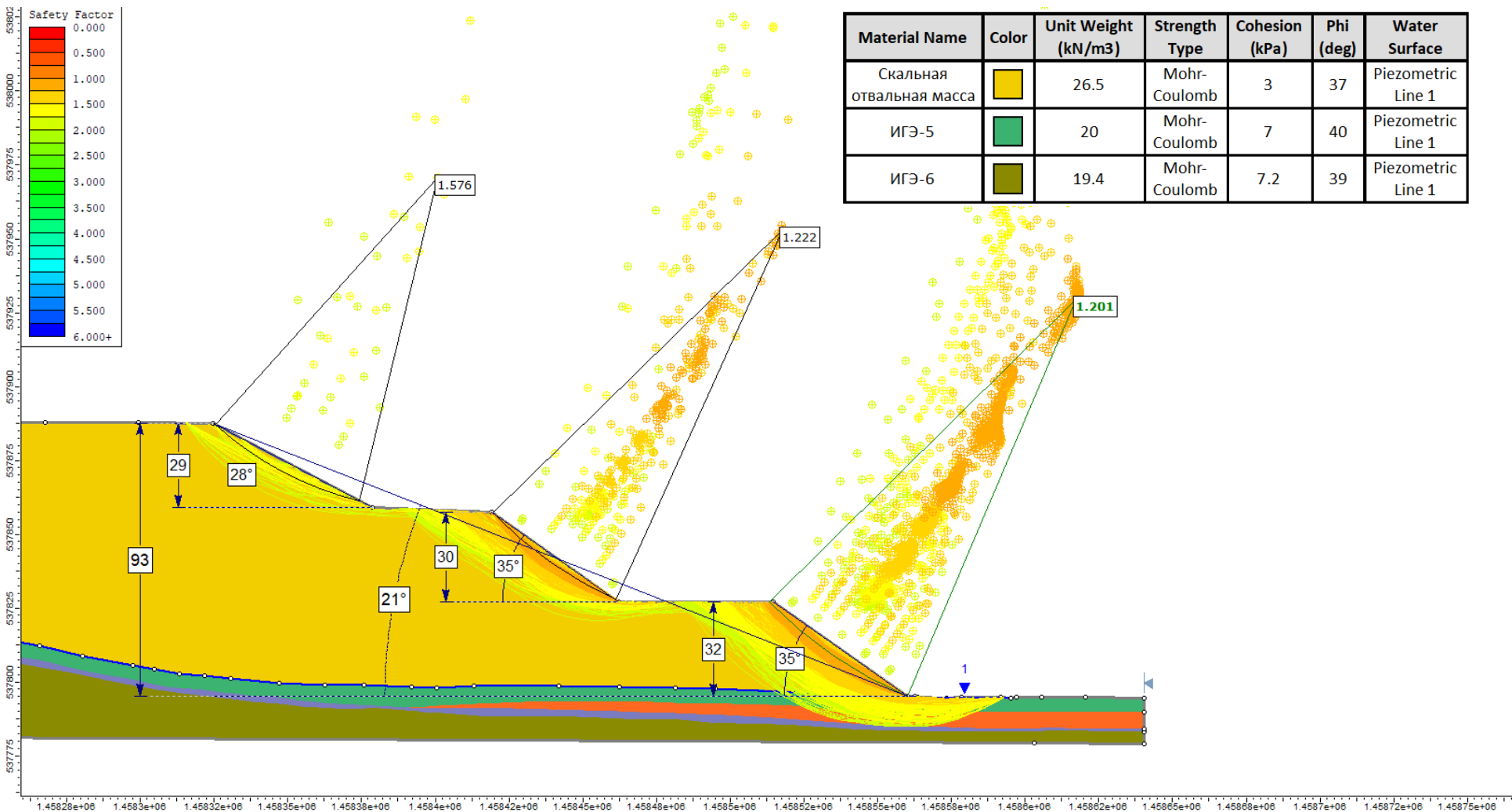


Рисунок 7.50 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения юго-западной части отвала по профилю 10-10

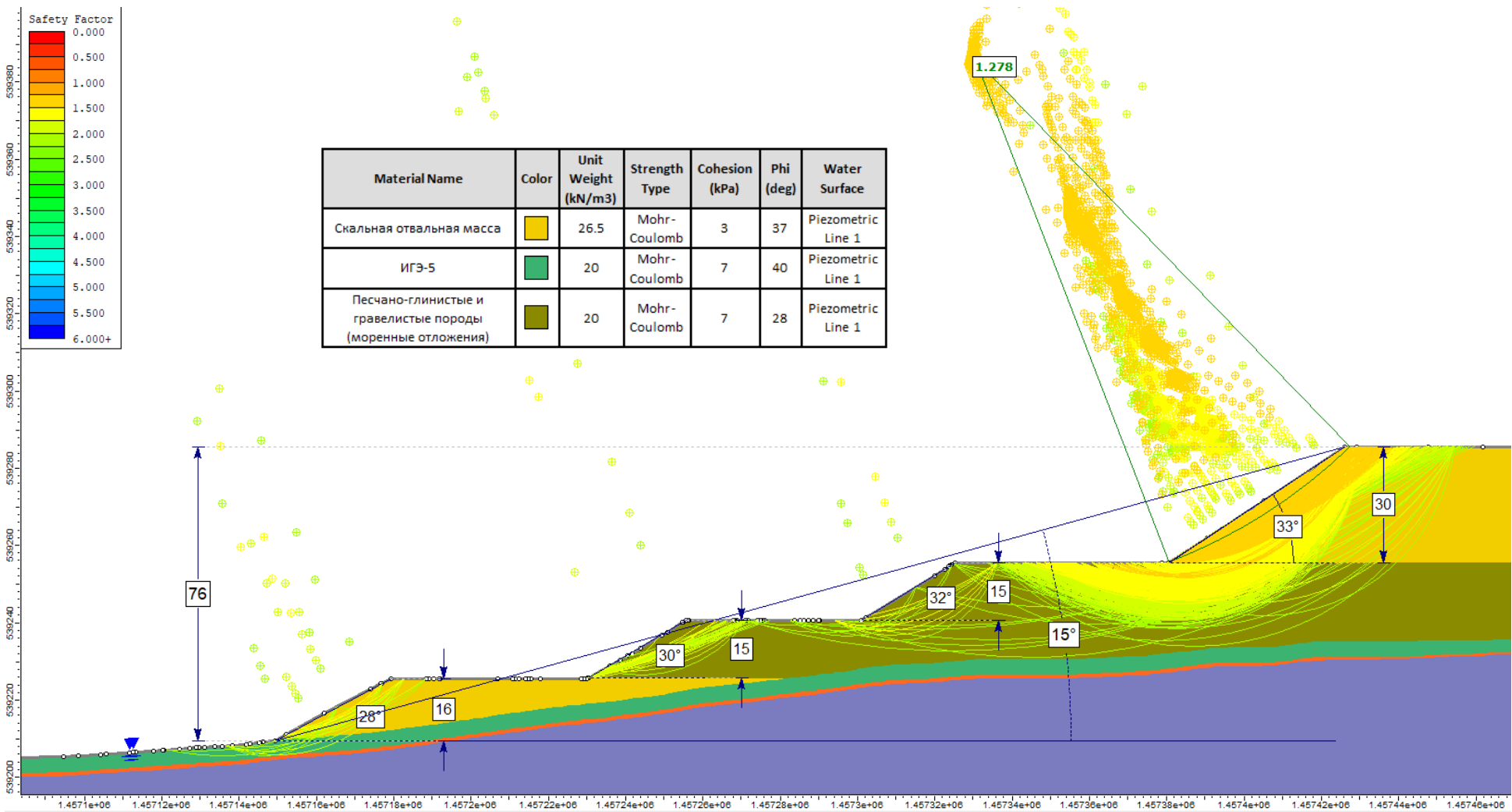


Рисунок 7.51 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения северо-западной части отвала по профилю I-I

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface
Скальная отвальная смесь	Yellow	26.5	Mohr-Coulomb	3	37	Piezometric Line 1
ИГЭ-5	Green	20	Mohr-Coulomb	7	40	Piezometric Line 1

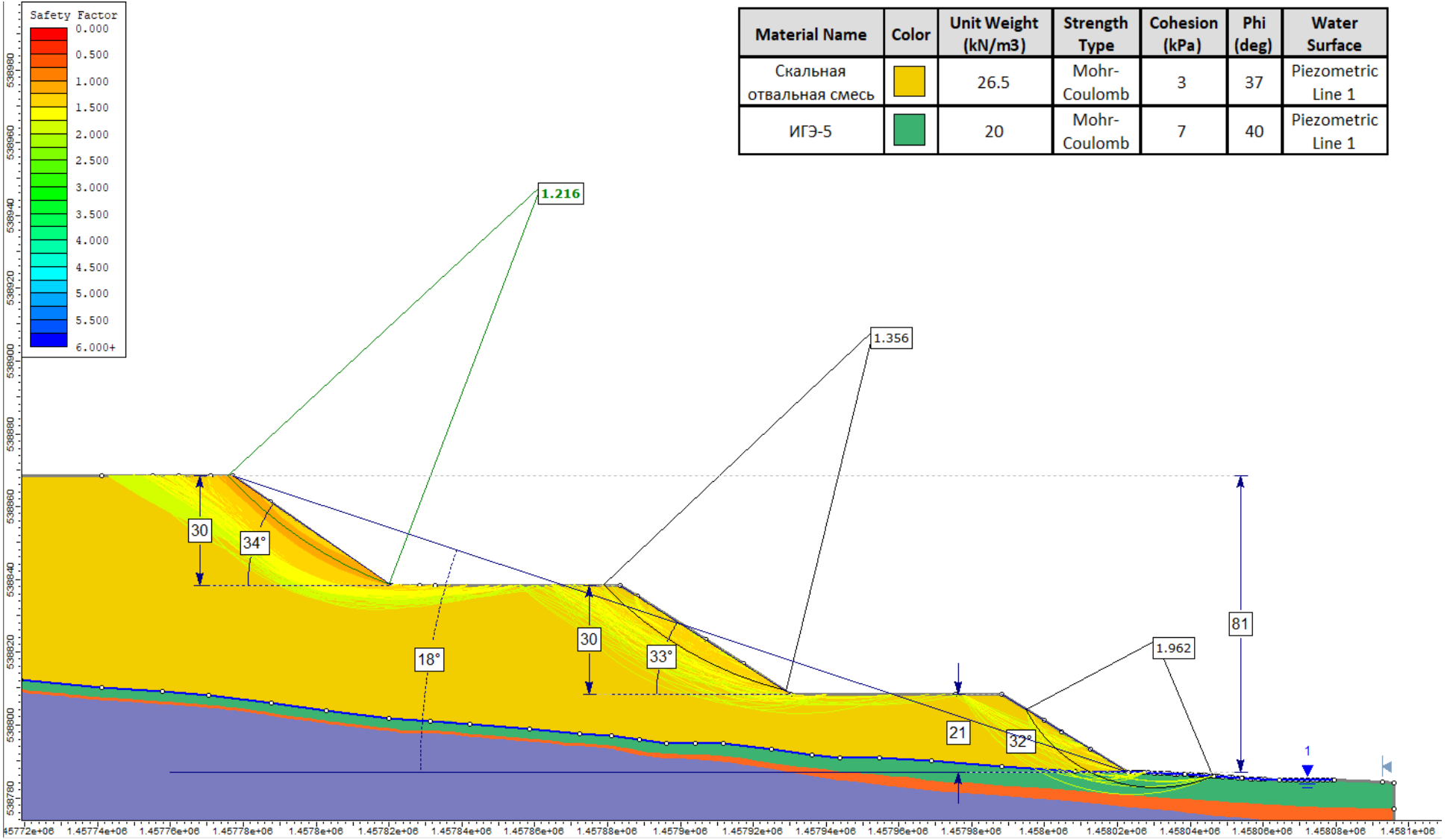


Рисунок 7.52 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения северо-восточной части отвала по профилю II-II

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m ³)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface
Скальная отвальная смесь	Yellow	26.5	Mohr-Coulomb	3	37	Piezometric Line 1
ИГЭ-5	Green	20	Mohr-Coulomb	7	40	Piezometric Line 1

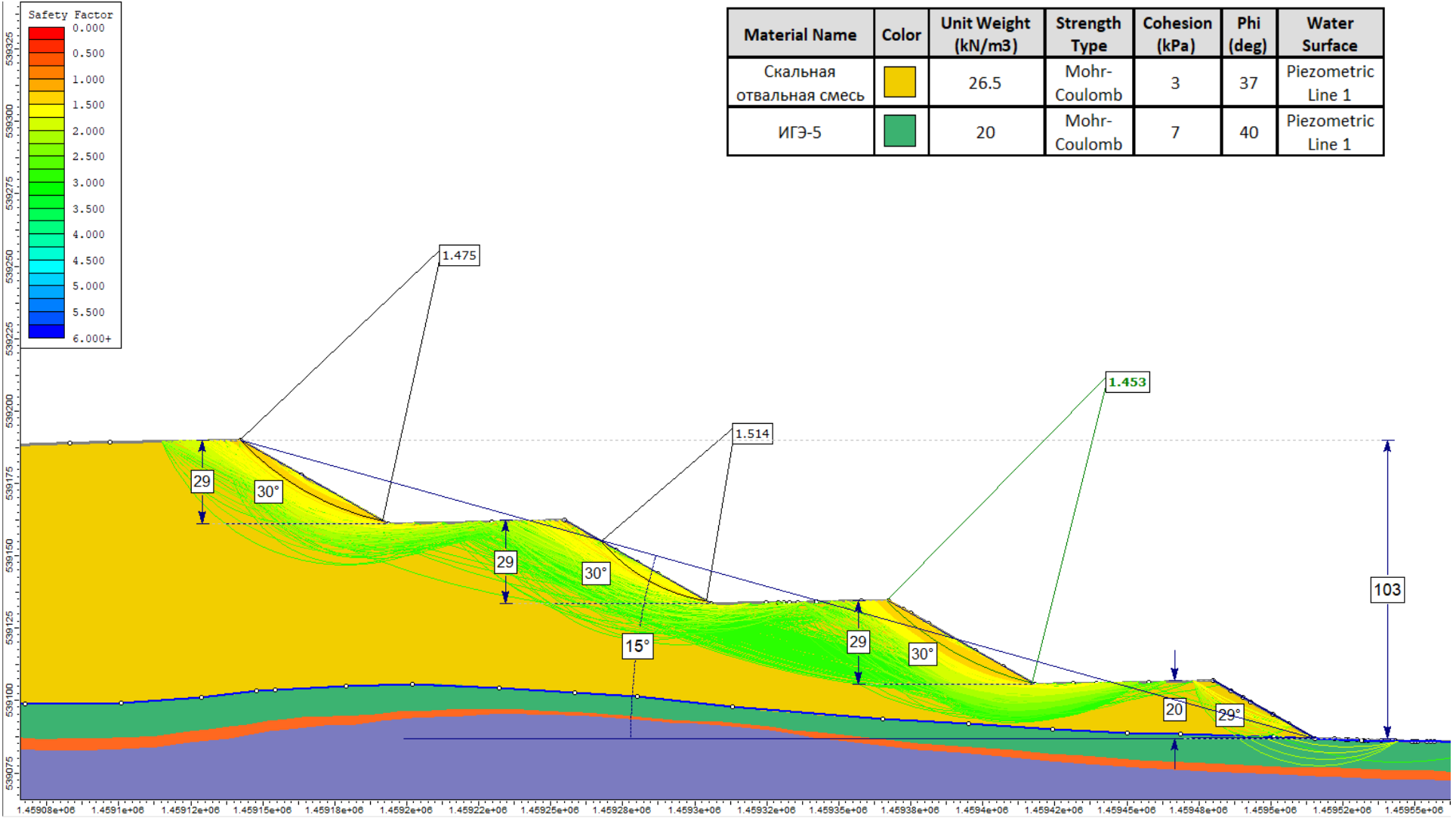




Рисунок 7.53 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения юго-восточной части отвала по профилю III-III

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kPa)	Phi (deg)	Water Surface
Скальная отвальная смесь		26.5	Mohr-Coulomb	3	37	Piezometric Line 1
ИГЭ-5		20	Mohr-Coulomb	7	40	Piezometric Line 1

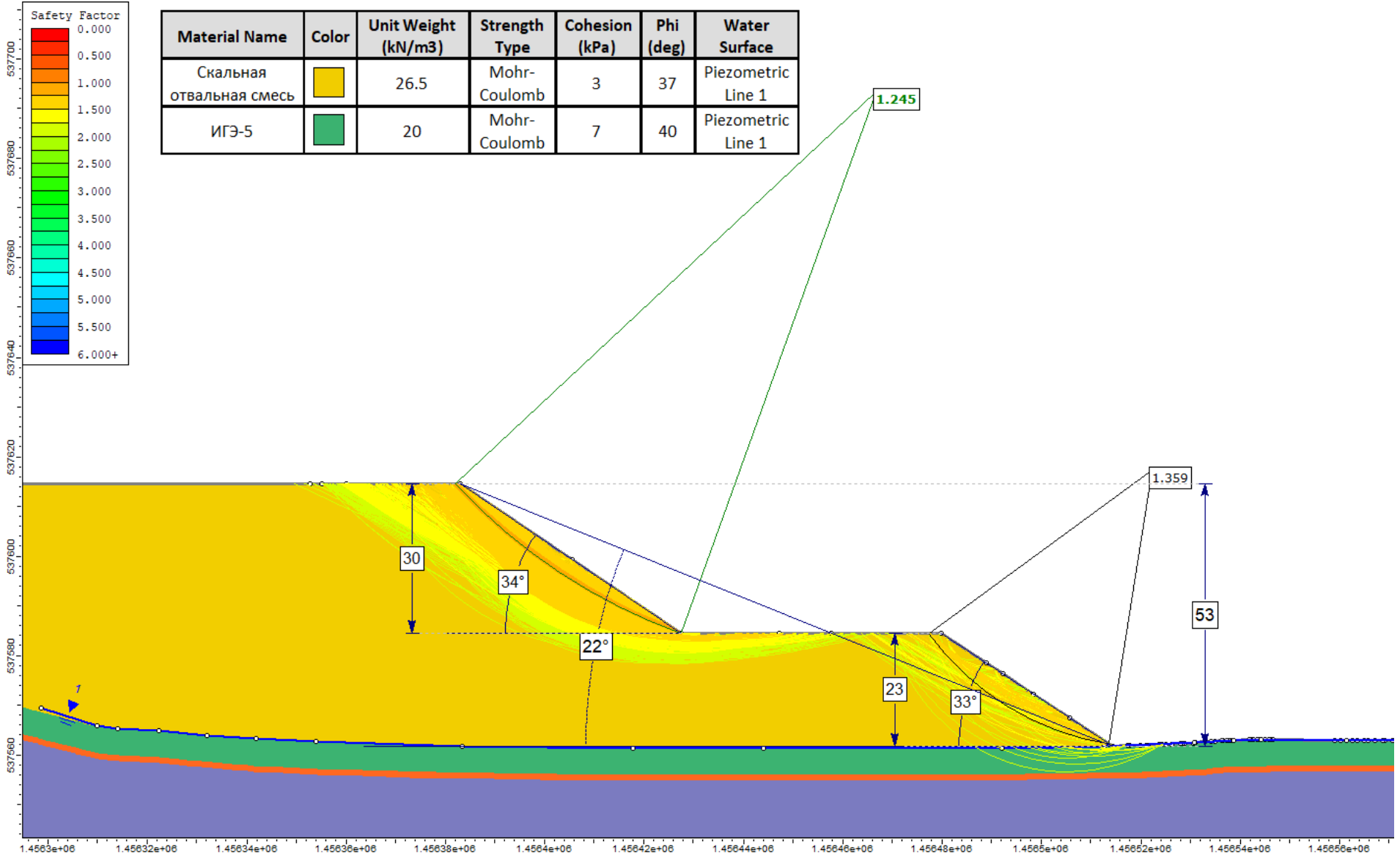


Рисунок 7.54 - Поверочный расчет устойчивости проектного положения юго-западной части отвала по профилю IV-IV

Таблица 7.14 - Результаты геомеханической оценки проектного положения отвала

Профиль	Сторона света	Высота, м	Результирующий угол, град.	Угол наклона основания, град.	Коэффициент устойчивости	
					нормативный	расчетный
1-1	СЗ	52	17	0	1,20	1,221
2-2	СВ	53	17	0		1,214
3-3	ЮЗ	53	18	0		1,276
	СВ	73	19	-1		1,212
4-4	ЮЗ	61	23	0		1,215
	СВ	61	24	0		1,195
5-5	СВ	94	22	0		1,199
6-6	З	66	18	0		1,212
	В	97	17	0		1,261
7-7	ЮВ	102	18	-4		1,210
8-8	ЮВ	81	20	0		1,208
9-9	СЗ	45	17	+6		1,226
	ЮВ	91	15	0		1,204
10-10	ЮЗ	93	21	-1		1,201
I-I	СЗ	76	15	-7		1,278
II-II	СВ	81	18	-4		1,216
III-III	ЮВ	103	15	-5	1,453	
IV-IV	ЮЗ	53	22	0	1,245	

Примечание:

- Углы наклона основания отвала даны со знаком "-" при согласном с откосом отвала направлении; "+" – несогласном.
- В таблице введены условные сокращения сторон света: северо-восточный – СВ; северо-западный – СЗ; юго-восточный – ЮВ; юго-западный – ЮЗ, западный – З, восточный – В.
- Расчетный коэффициент устойчивости приведен для наиболее напряженной поверхности скольжения.

Анализом проектного контура внешнего отвала Печегубского месторождения установлено:

1. Проектные параметры отвала и его элементов соответствуют рекомендуемым по условию устойчивости.

2. Учитывая потенциально опасные условия формирования отвала (расположение отвала вблизи верхней бровки карьерной выемки, постоянное и сезонное подтопление основания отвала), рекомендуется сохранить проектный контур отвала с учетом рекомендаций изложенных в разд. 7.3.4.

7.3.5 Выводы оценки устойчивости отвала

1. Параметры, обеспечивающие устойчивость внешнего отвала месторождения Печегубское, рассчитаны с учетом сейсмичности района на уровне проектного землетрясения интенсивностью 6 баллов и приведены в табл. 3.38.

2. Ширину бермы безопасности с учетом нагрузки от горнотранспортного оборудования для ярусов отвала принимать не меньше указанной в **табл. 3.37**.

3. Снижение уровня риска развития деформаций и нарушения устойчивости отвала в период эксплуатации обеспечивается при условии выполнения мероприятий, повышающих его устойчивость, приведенных в **разд. 7.3.4**, а также организации мониторинга устойчивости отвала и его элементов.

При наличии в основании бугристо-котловинного микрорельефа отсыпку отвала начинать от наиболее глубокой котловинной части рельефа и развивать в направлении более высоких отметок (к бугристой части рельефа). На заболоченной поверхности отвал также развивать от центра к периферии, чтобы обеспечить отжим воды из пород основания. При этом засыпку отрицательных форм рельефа вести только крепкими скальными породами.

4. По результатам выполненной оценки, устойчивость внешнего отвала и его элементов обеспечивается с коэффициентом не меньше нормативных значений с учетом нормативной сейсмической активности в 6 баллов и формирования техногенного уровня грунтовых вод на 1,1 м выше зеркала воды озера Окунье (**п. 7.3.4.2**).

5. Согласно оценке риска развития деформаций и нарушения устойчивости внешнего отвала и его элементов вероятность развития деформаций по всем сценариям прогнозируется как низкая.

8 РАСЧЕТ ПОТЕРЬ И ЗАСОРЕНИЯ

Настоящий расчет нормативных потерь (П) и засорений (В) выполнен в соответствии с положениями «Инструкции по учёту состояния, движения запасов, планированию и нормированию потерь и засорения руды на карьерах АО «Олкон», разработанной АО «Олкон»» (Оленегорск, 1999 г.).

Основные положения решений по охране недр при отработке руд предусматривают:

- выполнение условий, установленных лицензией по объему добычи вкрапленных руд;
- обеспечение полноты геологического изучения, обеспечивающего достоверную оценку запасов в пределах действующего горного отвода;
- ведение геолого-маркшейдерской документации в течение всего периода отработки в рамках настоящего проекта и обеспечение её сохранности, согласно действующих законов и норм РФ;
- соблюдение требований проектов и планов развития горных работ, недопущение выборочной отработки, сверхнормативных потерь и разубоживания;
- достоверный учет извлекаемых запасов, потерь и разубоживания по каждой выемочной единице, а также оставляемых во временных целиках запасов;
- ежегодное составление планов горных работ, определяющих развитие производства геологоразведочных, горно-капитальных, подготовительно-нарезных, очистных и иных работ.

8.1 Общие положения

Учет состояния и движения запасов, потерь и засорений должны осуществляться по выемочной единице, определенной как минимальный участок месторождения с относительно однородными геологическими условиями, отработка которого согласно проекту осуществляется одной системой разработки, технологической схемой выемки (карьер, уступ, блок, лава, камера, залежь, месторождение и т.п.).

В соответствии с «Инструкцией по учёту состояния, движения запасов, планированию и нормированию потерь и засорения руды на карьерах АО «Олкон»», за выемочную единицу принимается горизонт.

«Инструкция по учёту состояния, движения запасов, планированию и нормированию потерь и засорения руды на карьерах АО «Олкон»» составлена на основании многолетних методических разработок института ВИОГЕМ по расчёту потерь и засорения руды в карьерах комбината. В основу инструкции положены «Отраслевая инструкция по определению, учёту и нормированию потерь при разработке железорудных, марганцевых и хромированных месторождений на предприятиях министерства чёрной металлургии СССР» (1975 г.) и

«Инструкция о порядке списания запасов полезных ископаемых с учета предприятий по добыче полезных ископаемых» (1997 г.).

При добыче руды на Печегубском карьере могут быть следующие виды потерь и засорения:

- при зачистке кровли рудных тел;
- при отработке геологических контактов руд и засоряющих пород;
- при зачистке уступов на технологических контактах и другие.

Из перечисленных видов потерь и засорения, нормированию на основе технико-экономической оптимизации подлежат только потери и засорение образующиеся при отработке геологических контактов. Нормативы по остальным видам потерь и засорения принимаются по проектным данным или по аналогии с другими карьерами.

Кроме потерь и засорения, образующихся при отработке геологических контактов, на Печегубском карьере присутствуют неизбежные (технологические) потери и засорение:

- при взрывных работах и вминании руды (породы) в подошву уступа $P_n=0,2\%$, $B_n=0,5\%$;
- засорение руды баластом $B_n=0,3\%$.

Нормирование потерь и засорения отбитой руды, образующихся при ведении горных работ на контактах рудного тела с вмещающими породами, производится расчетным методом.

Приведенные величины потерь и засорения приняты согласно «Инструкция по учёту состояния, движения запасов, планированию и нормированию потерь и засорения руды на карьерах АО «Олкон»» и должны учитываться при определении общих значений нормативных показателей в целом по карьерам.

Согласно «Единой классификации потерь твердых полезных ископаемых при добыче» нормированию на карьерах АО «Олкон» подлежат эксплуатационные потери II класса 1 группы п.1.2 – на границах рудных тел с пустыми породами и некондиционными рудами и 2 группы п.2.1 – в забоях.

Значения потерь и засорения при отработке контактов руда-порода зависят от длины контактов, высоты добычного уступа, положения откоса уступа по отношению к рудному телу (согласное и несогласное залегание), технологии отработки (селективная выемка руды и породы). Схемы отработки согласных и несогласных контактов рудного тела с вмещающими породами приведены на **рис. 8.1** и **рис. 8.2**.

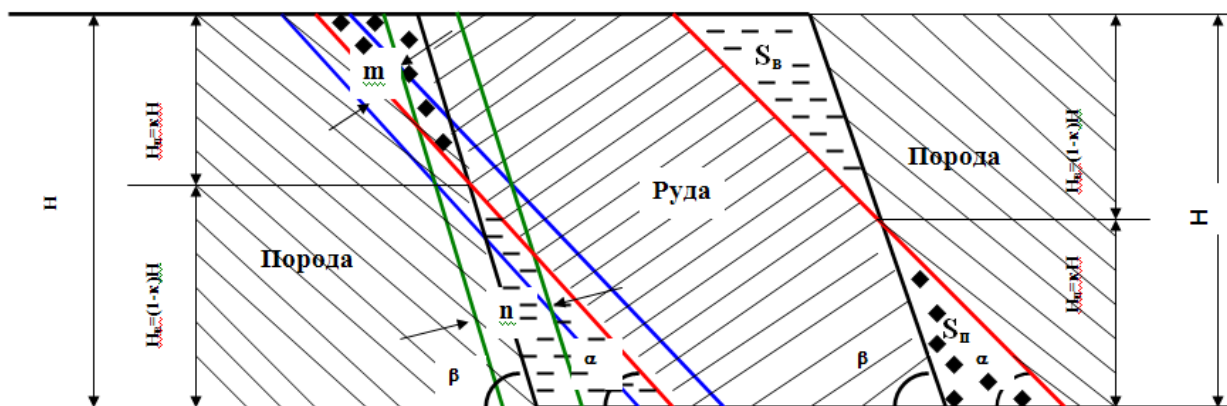


Рисунок 8.1 - Схема обработки согласных контактов рудного тела с вмещающими породами

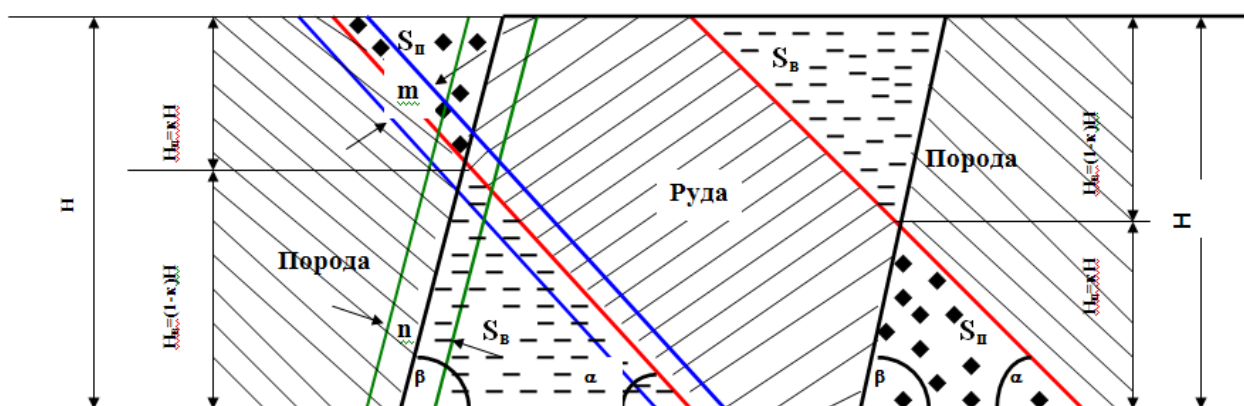


Рисунок 8.2 - Схема обработки несогласных контактов рудного тела с вмещающими породами

8.2 Нормирование потерь и засорения руды при добыче

Настоящий расчет нормативных потерь (П) и засорений (В) выполнен в соответствии с положениями «Инструкции по учёту состояния, движения запасов, планированию и нормированию потерь и засорения руды на карьерах АО «Олкон», согласованной Начальником Мурманского управления Госгортехнадзора РФ 03.02.2000.

Расчет нормативов потерь и засорения базируется на исходных показателях, характеризующих геологические сведения о месторождении (содержание полезного компонента в руде и вмещающих породах, их плотность, протяженность контактов и их углы наклона); технологические показатели добычи (направление обработки контактов, высота уступа, угол наклона откоса уступа); технологические показатели переработки (содержание полезного компонента в концентрате, хвостах обогащения, влажность концентрата); стоимостные показатели вскрыши, добычи, переработки с разделением затрат на условно-переменные и условно-постоянные затраты.

Нормирование показателей извлечения из недр ведётся по браковочным пределам содержаний железа.

Браковочное содержание железа - такое граничное содержание, при котором прибыль от каждой тонны перерабатываемой руды с этим содержанием равна нулю.

Значение браковочного содержания железа в бесконечно-тонком слое откоса уступа определяют по формуле:

$$a_{бр} = \frac{(Z_{др} + Z_{тр} + Z_{пр} - Z_{в}) \times (a_{к} - a_{х})}{Ц_{к}} + a_{х} \quad (8.1)$$

где $a_{бр}$ - браковочное содержание железа, %;

$Z_{др}$ - условно-переменные затраты на добычу руды, руб/т;

$Z_{тр}$ - затраты на транспортировку руды, руб/т;

$Z_{пр}$ - условно-переменные затраты на переработку руды, руб/т;

$Z_{в}$ - условно-переменные затраты на вскрышу, руб/т;

$a_{к}$ - содержание железа в концентрате, %;

$a_{х}$ - содержание железа в хвостах обогащения, %;

$Ц_{к}$ - оптовая цена концентрата, руб/т.

Расчетная высота уступа с учетом засорения балластом и вмивания породы в руду, равного 0,5 определяется по формуле:

$$H' = H \times [\rho_{п}(1 - v_{б}) + v_{б} \times \rho_{р}] / \rho_{п} \times (1 - v_{б}), \text{ м} \quad (8.2)$$

где H' - расчетная высота уступа, м

H - проектная высота уступа, м,-

$\rho_{п}, \rho_{р}$ - плотность породы и руды соответственно, т/м³;

$v_{б}$ - засорение за счет балласта, %.

Величина нормативного коэффициента K_i , разделяющего добываемую горную массу на кондиционную и некондиционную, определяется с учетом браковочного содержания железа по формуле:

$$K_i = \frac{H \times \rho_{п}(a_{бр} - v_i) + h_{б} \times \rho_{б}(a_{бр} - v_{б})}{(H + h_{б}) \times (\rho_{р}(c_{п} - a_{бр}) + \rho_{п}(a_{бр} - v_i))} \quad (8.3)$$

где K_i - нормативный коэффициент;

H - высота уступа, м;

v_i - содержание железа в засоряющих породах, %;

$v_{б}$ - содержание железа в породах балласта, %;

$c_{п}$ - содержание железа в теряемой руде, %;

$\rho_{б}$ - плотность балласта, т/м³;

$h_{б}$ - мощность слоя балласта, м;

ρ_p - плотность руды, т/м³;

ρ_n - плотность породы, т/м³;

Нормативный коэффициент K_i определяет относительную величину высоты треугольника потерь.

Величину удельных норм потерь и засорения для различных типов контактов определяют с учетом величины K_i по формулам:

$$P_i = 0,5 \times K_i^2 \times H^2 \times \rho_p(\operatorname{ctg}\alpha \pm \operatorname{ctg}\beta), \text{ т/м} \quad (8.4)$$

$$B_i = 0,5 \times (1 - K_i)^2 \times H^2 \times \rho_n(\operatorname{ctg}\alpha \pm \operatorname{ctg}\beta), \text{ т/м} \quad (8.5)$$

где P_i, B_i – удельные нормы потерь и засорения i -го контакта;

H – высота уступа, м;

ρ_p - плотность руды, т/м³;

ρ_n - плотность породы, т/м³;

α, β – угол наклона контакта и откоса уступа соответственно, град.

Значение потерь и засорения при обработке контактов для уступа в целом получают умножением удельных значений на соответствующие длины контактов.

Исходные данные для расчета потерь и засорения приведены в **табл. 8.1**.

Таблица 8.1 – Исходные данные

Показатель	Ед. изм.	Обозначение	Значение
Среднее содержание железа общего в концентрате	%	a_k	68,5
Среднее содержание железа общего в хвостах обогащения	%	a_x	12,8
Цена 1 т концентрата	руб/т	C_k	5682,6
Условно переменные затраты на добычу	руб/т	$Z_{др}$	30,69
Условно переменные затраты на переработку	руб/т	$Z_{пр}$	201,20
Условно переменные затраты на выемку вскрыши	руб/т	Z_v	33,62
Затраты на транспортировку руды	руб/т-км	$Z_{тр}$	18,61
Угол рабочего уступа	град	β	70

Затраты на транспортировку руды (руб/т) рассчитываются как произведение затрат на транспортировку руды (руб/т-км) на расстояние транспортирования по руде.

Для оценки характера залегания рудных тел и подсчета нормативных величин потерь и засорения, по каждому уступу, по модели месторождения, выполненной ООО «СПб-Гипрошахт» в программе «Deswik.CAD», были построены планы горизонтов в пределах контура проектируемого карьера.

Поскольку отработка запасов железных руд Печегубского месторождения будет производиться в два этапа, расчет объема и качества эксплуатационных запасов руды по горизонтам в контуре проектируемого карьера произведен как для I этапа отработки (рассматриваемый период с 01.01.2023 г. до 31.12.2032 г) так и для карьера на конец отработки (с 01.01.2023 г. до конца отработки).

Расчет объема и качества эксплуатационных запасов руды по горизонтам в контуре проектируемого карьера произведен на основе геологических запасов.

Расчёт браковочного содержания железа по горизонтам эксплуатационных участков представлен в **табл. 8.2**.

Расчет нормативного коэффициента K_i по горизонтам эксплуатационных участков представлен в **табл. 8.3**.

Расчёт потерь и засорения при отработке контактов, технологических и эксплуатационных потерь и засорения по горизонтам в контуре карьера на конец отработки представлен в **табл. 8.4**.

В **табл. 8.5** представлены сводные значения потерь и засорения руды по горизонтам в рамках I этапа с 01.01.2023 г. до 31.12.2032 г.

В **табл. 8.6** представлены сводные значения потерь и засорения руды по горизонтам с 01.01.2023 г. до конца отработки карьера.

Таблица 8.2 – Расчёт браковочного содержания железа по горизонтам

Горизонт	Здр – условно-переменные затраты на добычу, руб/т	Зтр – затраты на доставку руды, руб/т	Зпр – условно-переменные затраты на переработку руды, руб/т	Зв – условно-переменные затраты на вскрышу, руб/т	рп – плотность вскрышных пород, т/м ³	ак – среднее содержание железа общего в концентрате, %	ах – среднее содержание железа общего в хвостах обогащения, %	Цк – цена концентрата, руб/т	абр – браковочное содержание железа, %
Карьер №1									
200	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,02
185	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,04
170	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,07
155	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,13
140	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,20
125	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,25
110	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,35
95	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,38
80	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,42
65	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,45
50	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,49
35	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,51
20	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,55
5	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,58
-10	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,62
-25	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,66
-40	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,69
-55	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,73
-70	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,76
-85	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,80
Карьер №2									
160	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,18
145	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,22
130	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,25
115	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,29
110	30,69	18,61	201,20	33,62	2,80	68,50	12,80	5682,6	15,33

Таблица 8.3 – Расчет нормативного коэффициента К_и по горизонтам

Горизонт	Н – высота уступа, м	ρ _п – плотность вскрышных пород, т/м ³	ρ _б – плотность балласта, т/м ³	абр – браковочное содержание железа, %	В _и – содержание железа в засоряющих породах, %	h _б – высота балластного слоя, м	В _б – содержание железа в породах балласта, %	ρ _р – плотность руды, т/м ³	С _п – содержание железа общего в теряемой руде, %	К _и – нормативный коэффициент
Карьер №1										
200	15	2,80	2,80	15,02	6,39	0,06	3,80	3,44	27,57	0,36
185	15	2,80	2,80	15,04	10,17	0,06	3,80	3,45	27,60	0,24
170	15	2,80	2,80	15,07	10,34	0,06	3,80	3,46	28,03	0,23
155	15	2,80	2,80	15,13	9,61	0,06	3,80	3,47	27,76	0,26
140	15	2,80	2,80	15,20	9,29	0,06	3,80	3,47	27,81	0,28
125	15	2,80	2,80	15,25	10,44	0,06	3,80	3,47	27,82	0,24
110	15	2,80	2,80	15,35	10,82	0,06	3,80	3,47	27,72	0,23
95	15	2,80	2,80	15,38	10,74	0,06	3,80	3,47	27,52	0,24
80	15	2,80	2,80	15,42	10,84	0,06	3,80	3,47	27,55	0,23
65	15	2,80	2,80	15,45	10,98	0,06	3,80	3,47	27,58	0,23
50	15	2,80	2,80	15,49	10,59	0,06	3,80	3,47	27,60	0,25
35	15	2,80	2,80	15,51	10,93	0,06	3,80	3,48	27,73	0,23
20	15	2,80	2,80	15,55	11,25	0,06	3,80	3,48	27,99	0,22
5	15	2,80	2,80	15,58	11,47	0,06	3,80	3,48	27,97	0,21
-10	15	2,80	2,80	15,62	11,30	0,06	3,80	3,48	27,73	0,22
-25	15	2,80	2,80	15,66	10,48	0,06	3,80	3,48	26,74	0,27
-40	15	2,80	2,80	15,69	10,80	0,06	3,80	3,48	26,05	0,28
-55	15	2,80	2,80	15,73	11,19	0,06	3,80	3,48	25,65	0,27
-70	15	2,80	2,80	15,76	10,71	0,06	3,80	3,47	25,39	0,30
-85	15	2,80	2,80	15,80	8,83	0,06	3,80	3,47	25,15	0,38
Карьер №2										
160	15	2,80	2,80	15,18	8,92	0,06	3,80	3,45	27,60	0,29
145	15	2,80	2,80	15,22	9,15	0,06	3,80	3,45	26,32	0,31
130	15	2,80	2,80	15,25	8,98	0,06	3,80	3,45	26,25	0,32
115	15	2,80	2,80	15,29	9,23	0,06	3,80	3,45	26,70	0,30
110	15	2,80	2,80	15,33	8,04	0,06	3,80	3,45	26,94	0,34

Таблица 8.4 – Расчет потерь и засорения при отработке контактов, технологических и эксплуатационных потерь и засорения по горизонтам

Горизонт	К1 – нормативный коэффициент	Н - высота уступа, м	ρр - плотность руды, т/м³	ρп - плотность вскрышных пород, т/м³	α - угол падения контакта, град.	β - угол откоса уступа, град.	Π1 - удельная норма потерь i-го контакта	В1 - удельная норма засорения i-го контакта	L - длина контакта, км	Π0 - потери отбитой руды, тыс. т.	В0 - засорение по отбитой руде, тыс. т.	Πн - технологические потери отбитой руды, тыс. т.	Вн - технологическое засорение, тыс. т.	Экспл. потери		Экспл. засорение	
														тыс. т	%	тыс. т	%
Карьер №1																	
200	0,36	15	3,44	2,80	69,9	70	0,1	0,3	1,50	0,1	0,4	0,04	0,0	0,2	1,03	0,4	2,12
185	0,24	15	3,45	2,80	66,9	70	6,3	51,0	4,82	30,5	245,8	2,3	5,7	32,8	2,82	251,4	18,20
170	0,23	15	3,46	2,80	63,5	70	7,2	66,0	8,56	61,9	565,0	6,7	16,3	68,5	2,06	581,3	15,14
155	0,26	15	3,47	2,80	61,8	70	10,4	66,9	9,31	97,0	623,3	10,8	26,4	107,7	2,00	649,7	10,96
140	0,28	15	3,47	2,80	59,5	70	13,1	73,4	9,50	124,7	696,9	12,4	30,3	137,1	2,21	727,3	10,71
125	0,24	15	3,47	2,80	57,7	70	10,7	89,4	11,17	119,8	998,8	12,3	30,1	132,1	2,15	1028,8	14,62
110	0,23	15	3,47	2,80	56,0	70	10,9	99,2	10,31	112,1	1022,5	11,5	28,2	123,6	2,15	1050,6	15,71
95	0,24	15	3,47	2,80	54,2	70	12,6	105,4	9,10	114,7	958,7	10,2	24,9	124,9	2,45	983,6	16,51
80	0,23	15	3,47	2,80	52,6	70	13,3	114,2	7,76	103,2	885,9	9,0	22,0	112,2	2,49	907,8	17,11
65	0,23	15	3,47	2,80	49,3	70	14,9	133,5	6,01	89,3	801,7	7,8	18,9	97,1	2,50	820,6	17,83
50	0,25	15	3,47	2,80	47,3	70	18,5	138,6	6,00	111,3	831,3	7,9	19,1	119,1	3,03	850,4	18,24
35	0,23	15	3,48	2,80	45,5	70	17,8	154,8	5,88	104,7	909,6	7,4	18,1	112,1	3,01	927,6	20,44
20	0,22	15	3,48	2,80	44,1	70	16,7	170,5	5,77	96,1	983,9	7,6	18,6	103,8	2,71	1002,5	21,23
5	0,21	15	3,48	2,80	42,2	70	16,9	187,4	4,64	78,2	869,8	7,2	17,6	85,4	2,37	887,4	20,15
-10	0,22	15	3,48	2,80	41,5	70	19,4	186,8	3,69	71,6	688,7	6,2	15,2	77,8	2,50	703,8	18,85
-25	0,27	15	3,48	2,80	40,9	70	29,7	167,4	2,16	64,2	361,7	4,0	9,6	68,2	3,43	371,3	16,19
-40	0,28	15	3,48	2,80	39,6	70	31,9	174,8	1,26	40,2	220,6	3,0	7,3	43,2	2,87	228,0	13,46
-55	0,27	15	3,48	2,80	38,9	70	31,3	183,2	0,99	30,9	180,8	2,4	5,8	33,3	2,81	186,6	13,95
-70	0,30	15	3,47	2,80	37,9	70	39,8	175,8	0,84	33,4	147,9	1,8	4,4	35,2	3,88	152,2	14,85
-85	0,38	15	3,47	2,80	37,8	70	63,4	140,2	0,43	27,5	60,9	0,8	1,9	28,4	6,88	62,8	14,07
Карьер №2																	
160	0,29	15	3,45	2,80	68,0	70	8,5	40,9	0,15	1,3	6,1	0,01	0,01	1,3	41,12	6,1	76,98
145	0,31	15	3,45	2,80	62,5	70	13,8	56,5	1,25	17,3	70,8	0,56	1,3	17,9	6,37	72,2	21,52
130	0,32	15	3,45	2,80	63,8	70	13,6	50,8	1,11	15,1	56,6	0,58	1,4	15,7	5,37	57,9	17,32
115	0,30	15	3,45	2,80	64,2	70	12,0	52,0	0,81	9,8	42,3	0,45	1,1	10,2	4,56	43,3	16,87
110	0,34	15	3,45	2,80	64,5	70	14,7	45,6	0,48	7,1	22,0	0,11	0,2	7,2	13,20	22,2	32,00

Таблица 8.5 –Сводная таблица потерь и засорения руды в рамках I этапа с 01.01.2023 г. до 31.12.2032 г.

Горизонт	Геологические запасы руды		Потери		Засорение		Эксплуатационные запасы руды	
	тыс. т	Feобщ, %	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	Feобщ, %
Карьер №1								
200	17,9	27,57	0,2	1,03	0,4	2,12	18,1	27,11
185	1 162,9	27,60	32,8	2,82	251,4	18,20	1381,6	24,43
170	3 326,6	28,03	68,5	2,06	581,3	15,14	3839,4	25,35
155	5 386,9	27,76	107,7	2,00	649,7	10,96	5928,9	25,77
140	6 201,3	27,81	137,1	2,21	727,3	10,71	6791,4	25,83
125	5 469,3	27,80	162,3	2,97	915,9	14,72	6222,9	25,11
110	4 312,6	27,75	130,3	3,02	783,9	15,79	4966,3	24,93
95	3 074,5	28,56	94,2	3,06	616,1	17,13	3596,4	25,35
80	1 892,8	30,51	48,9	2,58	421,5	18,61	2265,4	26,68
65	405,0	29,73	11,5	2,84	92,2	18,98	485,7	25,99
ИТОГО	31 249,9	28,07	793,6	2,54	5 039,7	14,20	35496,1	25,23
Карьер№2								
160	3,1	27,60	1,3	41,12	6,1	76,98	8,0	13,18
145	281,0	26,32	17,9	6,37	72,2	21,52	335,2	22,63
130	292,3	26,25	15,7	5,37	57,9	17,32	334,6	23,26
115	223,6	26,70	10,2	4,56	43,3	16,87	256,7	23,75
110	54,3	26,94	7,2	13,20	22,2	32,00	69,4	20,88
ИТОГО	854,4	26,44	52,2	6,12	201,8	20,10	1003,9	22,93
Примечание: выемочная единица (горизонт) приведена по нижней бровке уступа								

Таблица 8.6 –Сводная таблица потерь и засорения руды с 01.01.2023 г. до конца отработки

Горизонт	Геологические запасы руды		Потери		Засорение		Эксплуатационные запасы руды	
	тыс. т	Fe _{общ} , %	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	Fe _{общ} , %
Карьер №1								
200	17,9	27,57	0,2	1,03	0,4	2,12	18,1	27,11
185	1 162,9	27,60	32,8	2,82	251,4	18,20	1381,6	24,43
170	3 326,6	28,03	68,5	2,06	581,3	15,14	3839,4	25,35
155	5 386,9	27,76	107,7	2,00	649,7	10,96	5928,9	25,77
140	6 201,3	27,81	137,1	2,21	727,3	10,71	6791,4	25,83
125	6 142,5	27,82	132,1	2,15	1028,8	14,62	7039,2	25,28
110	5 759,2	27,72	123,6	2,15	1050,6	15,71	6686,3	25,07
95	5 097,4	27,52	124,9	2,45	983,6	16,51	5956,1	24,75
80	4 509,4	27,55	112,2	2,49	907,8	17,11	5305,0	24,69
65	3 878,6	27,58	97,1	2,50	820,6	17,83	4602,1	24,62
50	3 930,6	27,60	119,1	3,03	850,4	18,24	4661,9	24,50
35	3 723,8	27,73	112,1	3,01	927,6	20,44	4539,3	24,30
20	3 823,8	27,99	103,8	2,71	1002,5	21,23	4722,5	24,43
5	3 602,8	27,97	85,4	2,37	887,4	20,15	4404,7	24,65
-10	3 108,3	27,73	77,8	2,50	703,8	18,85	3734,4	24,64
-25	1 989,7	26,74	68,2	3,43	371,3	16,19	2292,9	24,11
-40	1 508,8	26,05	43,2	2,87	228,0	13,46	1693,5	24,00
-55	1 184,7	25,65	33,3	2,81	186,6	13,95	1337,9	23,64
-70	908,2	25,39	35,2	3,88	152,2	14,85	1025,2	23,21
-85	412,0	25,15	28,4	6,88	62,8	14,07	446,5	22,85
ИТОГО	65 675,5	27,59	1 642,8	2,50	12 374,2	16,20	76406,9	24,85
Карьер №2								
160	3,1	27,60	1,3	41,12	6,1	76,98	8,0	13,18
145	281,0	26,32	17,9	6,37	72,2	21,52	335,2	22,63
130	292,3	26,25	15,7	5,37	57,9	17,32	334,6	23,26
115	223,6	26,70	10,2	4,56	43,3	16,87	256,7	23,75
110	54,3	26,94	7,2	13,20	22,2	32,00	69,4	20,88
ИТОГО	854,4	26,44	52,2	6,12	201,8	20,10	1003,9	22,93
Примечание: выемочная единица (горизонт) приведена по нижней бровке уступа								

8.3 Мероприятия по снижению потерь и разубоживания

На карьерах АО «Олкон» разработаны конкретные мероприятия по снижению потерь и засорения, которые включают в себя:

- недопустимость производства каскадных породно-рудных взрывов;
- разработаны и закреплены приказом по комбинату мероприятия по разделке рудных негабаритов;
- обеспечение 100% геофизического опробования рудных блоков;
- отработка рудных блоков подступами;
- отбор технологических проб из рудных забоев и с перегрузочных пунктов;
- селективная выемка руды при отработке боковых контактов и внутрирудных прослоев;
- контроль маркшейдерским, геологическим и технологическим персоналом за полнотой извлечения полезного ископаемого при ведении добычных работ.

Таким образом, в целях соблюдения проектных нормативов потерь руды следует ориентироваться не только на показатели эксплуатации оборудования, предусмотренные настоящим проектом, но и внедрить вышеуказанный комплекс мероприятий.

9 ПРОЕКТНАЯ МОЩНОСТЬ

Расчет производственной мощности предприятия с учетом горнотехнических факторов выполнен для основной чаши Печегубского карьера (Карьер №1).

Эксплуатационный участок Карьер №2 включает в себя незначительную долю запасов железных руд и обрабатывается менее чем за один год.

Контур Карьера №1 на конец разработки включает **65 675,5** тыс. тонн геологических запасов руды и **86 465,6** тыс. м³ пустых пород.

В соответствии с требованиями «Ведомственных норм технологического проектирования» ВНТП 35-86 производственная мощность предприятия с учетом горнотехнических факторов определяется по формуле:

$$A_r = h_r \times S_{\eta_0} \times (1 + r_0), \text{ м}^3, \quad (9.1)$$

где h_r - среднегодовое понижение добычных работ, м;

S - средняя площадь рудного тела, м²;

η_0 - коэффициент извлечения руды в долях единицы;

r_0 - коэффициент разубоживания руды в долях единицы.

Максимальная величина среднегодового понижения добычных работ определяется по формуле:

$$h_r = h_6 + \Delta h, \text{ м/год} \quad (9.2)$$

где h_6 - базовая среднегодовая скорость понижения добычных работ, определяемая в зависимости от площади карьера по поверхности, вида транспорта и угла откоса рабочего борта, м/год;

Δh - поправка при автомобильном и комбинированном автомобильно-железнодорожном транспорте, определяемая в зависимости от климатической зоны, угла падения рудных тел и параметров выемочного оборудования, м/год.

Производственная мощность карьера при добыче запасов железных руд определена горнотехническими условиями, с учетом среднегодового понижения добычных работ и минимального срока существования карьера.

Средняя площадь рудного тела для расчета производительности карьера определяется как среднее значение, исходя из объема руды на каждом горизонте и высоты уступа.

Площадь рудного тела и запасы по горизонтам представлены в **табл. 9.1**.

Таблица 9.1 - Площадь рудного тела и запасы по горизонтам

Горизонт	Геологические запасы		Площадь, м ²
	Объём, м ³	Тоннаж, т	
200	5 157	17 896	344
185	335 139	1 162 931	22 343
170	958 681	3 326 623	63 912
155	1 552 434	5 386 948	103 496

Горизонт	Геологические запасы		Площадь, м ²
	Объём, м ³	Тоннаж, т	
140	1 787 106	6 201 257	119 140
125	1 770 160	6 142 456	118 011
110	1 659 723	5 759 238	110 648
95	1 468 999	5 097 426	97 933
80	1 299 549	4 509 436	86 637
65	1 117 753	3 878 602	74 517
50	1 132 740	3 930 606	75 516
35	1 073 138	3 723 790	71 543
20	1 101 957	3 823 790	73 464
5	1 038 261	3 602 766	69 217
-10	895 775	3 108 340	59 718
-25	573 408	1 989 725	38 227
-40	434 805	1 508 775	28 987
-55	341 400	1 184 657	22 760
-70	261 741	908 241	17 449
-85	118 731	411 997	7 915
Итого	18 926 657	65 675 500	84 065
	среднее арифм.		66 391

Результаты расчетов и принятые показатели производственной мощности карьера по руде приведены в табл. 9.2.

Таблица 9.2 - Расчет производительности карьера

Наименование	Формула, обозначение	Ед. изм.	Значение
Среднегодовое понижение добычных работ	$h_r = h_0 + \Delta h$	м	21,7
Площадь карьера по поверхности	S_K	км ²	один-два
Угол откоса рабочего борта карьера	-	град.	14-16
Коэффициент извлечения руды в долях единицы	η_0	д. ед	0,975
Коэффициент разубоживания руды в долях единицы	r_0	д. ед	0,142
Геологические запасы		тыс. т	65 675,5
Потери		%	2,54
Разубоживание		%	14,20
Базовая среднегодовая скорость понижения добычных работ при рабочем угле 14-16 град.	h_0	м	15,5
Поправка на транспорт при ёмкости ковша 8 и более	Δh	м	6,2
Средняя площадь рудного тела	S	м ²	66 391
Плотность рудного тела	ρ	т/м ³	3,47
Мощность карьера по руде по горнотехническим условиям	$A_r = h_r * S_K * \eta_0 * (1 + r_0)$	м ³	1 603 478
		т	5 564 068
Проектная мощность карьера по руде	A	млн т	5,6
Примерный срок службы карьера	-	лет	12
Принятая мощность карьера по руде		млн т	4,0
Срок службы карьера с принятой мощностью	-	лет	20

Максимальная производительность карьера обусловлена темпами углубки карьера и скоростью ведения горных работ по подготовленным фронтам, что в свою очередь зависит от горно-технических условий, порядка отработки и применяемого оборудования.

Итоговая производственная мощность карьера принята в соответствии с техническим заданием на проектирование в объеме 4 000 тыс. т руды в год. Данная производительность соответствует долгосрочной стратегии развития предприятия предусматривающей увеличение сырьевой базы и срока существования предприятия.

10 РЕЖИМ РАБОТЫ КАРЬЕРА И ОБЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ

10.1 Режим работы

Режим работы карьера - – 365 дней в год в 2 смены по 12 часов (включая перерыв на прием пищи – 1 час), взрывные работы осуществляются в светлое время суток.

10.2 Порядок отработки

Разработка Печегубского месторождения осуществляется одним карьером условно разделенным на два эксплуатационных участка: Карьер № 1 и Карьер №2.

В Карьере №1, в свою очередь, можно условно выделить три зоны (участка):

- участок №1 – южная зона карьера;
- участок №2 – северная зона карьера;
- участок №3 – западная зона карьера.

Схема Печегубского карьера представлена на **рис.10.1**.

В соответствии с протоколом заседания комиссии ГКЗ Роснедра №7549 от 12.12.2023 г., всего на Печегубском месторождении предусматривается вовлечение в отработку **66 529,9 тыс. т** балансовых запасов руды, в том числе 65 675,5 тыс. т в Карьере №1 и 854,4 тыс. т в Карьере №2.

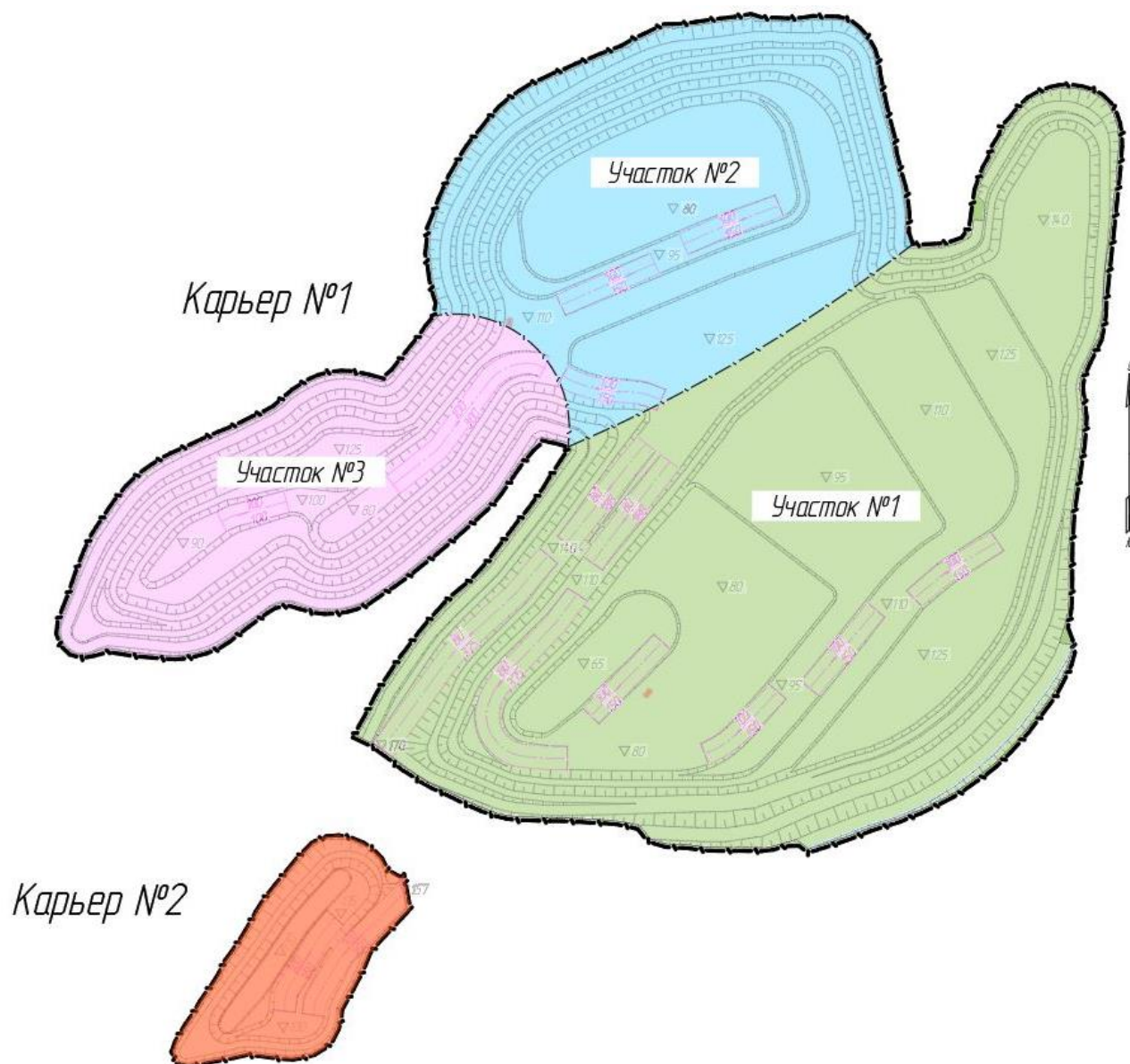


Рисунок 10.1 – Схема Печегубского карьера

В настоящем техническом проекте предусматривается отработка балансовых запасов руды в течение первых 10 лет (с 2023 г. по 2032 г. включительно) – I этапа - из условия обеспеченности горных работ ёмкостью запроектированного внешнего автомобильного отвала.

Предельная вместимость отвала вскрышных пород, исходя из условия его размещения в границах существующего земельного отвода, составляет до 71 840,0 тыс. м³ в плотном теле.

В соответствии с календарным планом ведения горных работ в карьере образование вскрышных пород за первые 10 лет разработки составит 69 119,9 тыс. м³ в плотном теле. То есть период обеспеченности карьера объектами отвального хозяйства составляет 10 лет.

Объем балансовых запасов руды Печегубского месторождения вовлекаемый в отработку на I этапе разработки карьера составит **32 104,3** тыс. т, в том числе 31 249,9 тыс. т в Карьере №1 и 854,4 тыс. т в Карьере №2.

В настоящее время горные работы на Печегубском месторождении производятся в соответствии с проектом опытно-промышленной добычи.

Карьер №1 вскрыт на двух участках в южной и северной частях (участки №1 и №2 соотв.). В работе находятся горизонты +200 м и +185 м в северной части карьера, горизонт +200 м в южной части.

Началом отчетного периода принято фактическое положение горных работ по состоянию на 01.01.2023 г. (**черт П12179-00-200-ТОР, лист 1**).

Проектом предусматривается продолжить развитие горных работ в Карьере №1 одновременно в северной и южной частях. Начиная со второго года рассматриваемого периода (2024 г.) производится вскрытие западной части Карьера №1 (участок №3). Часть верхних горизонтов разносится и ставится в конечное положение.

До 2030 г. все три участка Карьера №1 отрабатываются параллельно.

Карьер №2 предусматривается полностью отработать за один год (2025 г.) до гор. +110 м. Работы на участке Карьер №2 ведутся одновременно с отработкой основного участка (Карьер №1).

К 2030 г. участок №3 Карьера №1 полностью отрабатывается (гор. +90 м) и работы сосредотачиваются на участках №1 и №2 (юг и север).

К 2032 г. участки №1 и №2 Карьера №1 предусматривается отработать до гор. +65 м и гор. +80 м соответственно.

Вскрышной фронт подвигаемых уступов не имеет производственных ограничений, в тоже время фронт для добычи руды имеет производственные ограничения в части подготовленных к выемке запасов. Согласно ВНТП 35-86, обеспеченность подготовленными запасами при работе с проектной мощностью должна составлять 3-2 месяца.

Вскрышные и добычные работы ведутся параллельно.

Руда, добытая из забоев, транспортируется автосамосвалами до перегрузочного пункта, где с использованием экскаватора ЭКГ-10 (возможно применение фронтального погрузчика) отгружается в средства железнодорожного транспорта и отправляется на обогатительную фабрику.

Вскрышные породы транспортируются на внешний отвал вскрышных пород автомобильным транспортом.

Положения горных работ по годам отработки представлены на **черт. П12179-00-200-ТОР, листы 2-6**.

Положение горных работ на конец I этапа отработки карьера приведено на **черт. П12179-00-200-ТОР, лист 7**.

11 ВСКРЫТИЕ КАРЬЕРА

В настоящий момент поле карьера вскрыто на эксплуатационном участке Карьер №1 двумя траншеями внутреннего заложения с отметок естественного рельефа. Вскрытие произведено в южной и северной частях Карьера №1 (участок №1 и №2 соотв.).

Автомобильные заезды, расположены со стороны лежачего бока рудных тел и обеспечивают транспортную связь рабочих горизонтов с отвалом вскрышных пород и экскаваторным перегрузочным пунктом.

В 2023 г. планируется продолжить ведение горных работ на участках №1 и №2 Карьера №1 (**черт. П12179-00-200-ТОР, лист 2**).

В 2024 г. осуществляется вскрытие западной части Карьера №1 (участок №3). Параллельно, по мере развития горных работ и вскрытия новых горизонтов, в юго-западной части Карьера №1 (участок №1) с отм. +170 м формируется основной выезд из карьера (**черт. П12179-00-200-ТОР, лист 3**).

В 2025 г. вскрывается Карьер №2. В течение 2025 г Карьер №2 предусматривается полностью отработать. После отработки Карьера №2 горные работы сосредотачиваются в Карьере №1 (**черт. П12179-00-200-ТОР, лист 4**).

С 2026 г. по 2032 г. работы в Карьере №1 ведутся параллельно на всех трех участках (участки №№1-3) - **черт. П12179-00-200-ТОР, лист 5**.

По мере отработки участков и постановки бортов карьера в конечное положение, в центральной части Карьера №1 осуществляется формирование системы магистральных съездов. При этом на гор. +125 м предусматривается оставить горизонтальную разворотную площадку, обеспечивающую транспортную связь всех трех участков с основным выездом из карьера. Площадка располагается на безрудных площадях и не мешает развитию рабочей зоны карьера.

Среднее расстояние транспортирования руды около 3,0 км.

Средняя дальность транспортирования вскрышных пород около 2,3 км.

Вскрытие рабочих горизонтов в карьере осуществляется наклонными внутренними траншеями и горизонтальными разрезными траншеями. Вскрытие каждого горизонта на участке обеспечивается одной вскрывающей выработкой. Отработка карьера осуществляется 15 м уступами (вскрышные и добычные).

Параметры горных выработок, вскрывающих новые горизонты, должны обеспечивать петлевой разворот автосамосвалов, глубина разрезной траншеи равна высоте подготавливаемого уступа и составляет 15 м. Ширина разрезной траншеи по дну определена с учетом диаметра разворотной площадки для осуществления маневров автосамосвалов при установке под погрузку.

12 СИСТЕМА РАЗРАБОТКИ

12.1 Общие сведения

Принимаемая система разработки должна обеспечивать безопасную и экономичную разработку запасов, полноту их извлечения и минимизацию воздействия на окружающую среду.

Скальные горные породы требуют предварительной подготовки к выемке с помощью буровзрывных работ. Бурение взрывных скважин будет осуществляться буровой установкой СБШ-250 МНА-32 по вскрышным и добычным уступам.

При постановке уступов в конечное положение применяется контурное взрывание. Бурение скважин приконтурного и контурного взрывания осуществляется буровым станком Atlas Copco ROC L8, либо аналогом.

Выемка взорванной горной массы производится экскаваторами ЭКГ-15 с емкостью ковша 15 м³ (принят в качестве расчетного).

Транспортировка вскрыши во внешний отвал и руды на перегрузочную площадку будет производиться с помощью автосамосвалов транспортного управления АО «Олкон», грузоподъемностью 91-136 т (либо аналоги). В качестве основного самосвала предусматривается использовать БЕЛАЗ-75137 г/п 130 т, данный автосамосвал принят в настоящем проекте в качестве расчетного.

Вспомогательные работы в карьере (зачистка забоев, планировка рабочих площадок и пр.) будут осуществляться бульдозерами САТ D10T2, либо аналогами.

На вспомогательных работах допускается применение фронтального погрузчика.

Отвалообразование осуществляется бульдозерами САТ D10T2, либо аналогами.

12.2 Выбор системы разработки

В соответствии с горно-геологическими условиями для отработки запасов Печегубского месторождения принята транспортная система разработки с применением автомобильного транспорта и внешним отвалообразованием.

Проектными решениями в качестве основного и вспомогательного оборудования предусматривается применение следующего оборудования:

– экскавацию рыхлых отложений, скальной вскрыши и железистых кварцитов (руды) предусматривается осуществлять экскаватором-мехлопатой ЭКГ-15 с емкостью ковша 15 м³ с погрузкой в автосамосвалы БЕЛАЗ-75137 грузоподъемностью 130 тонн и емкостью кузова 71,2 м³;

– буровые работы при подготовке основного объёма руды и вскрышных пород к экскавации предусмотрено осуществлять буровыми станками СБШ-250МНА-32 (диаметр долота 245 мм);

– контурное и приконтурное бурение предусмотрено осуществлять буровыми станками Atlas Copco ROC L8ROC L8 (диаметр долота 140-178 мм);

– отвалы вскрышных пород формируются с использованием бульдозеров CAT D10T с емкостью отвала 18,5 м³;

– на вспомогательных работах в экскаваторных забоях применяются бульдозеры CAT D10T с емкостью отвала 18,5 м³ и фронтальные колесные погрузчики CAT 992К с емкостью ковша 12 м³.

В качестве выемочного оборудования могут быть использованы имеющиеся на предприятии экскаваторы-мехлопаты ЭКГ-10 с ёмкостью ковша 10 м³, гидравлические экскаваторы типа «обратная лопата» Komatsu PC800 с ёмкостью ковша 4,4 м³, CAT 374FL с ёмкостью ковша 4,4 м³, Sany SY8700H с ёмкостью ковша 5 м³, а также фронтального погрузчика CAT 992К с емкостью ковша 12 м³.

Транспортирование горной массы, помимо основного автосамосвала БЕЛАЗ-75137 грузоподъёмностью 130 тонн, может осуществляться с помощью других автосамосвалов транспортного управления АО «Олкон», грузоподъёмностью 91-136 т:

- KOMATSU HD785 (г/п 91 т);
- VOLVO R100E (г/п 95 т);
- CATERPILLAR 777E (г/п 93 т);
- CATERPILLAR 785C (г/п 136 т);
- БЕЛАЗ 7513N (г/п 130).

Бурение вспомогательных скважин приконтурного и контурного бурения может осуществляться станком KAISHAN KT25 или другими аналогами (например СБШ-160Д).

При отработке Печегубского карьера допускается применение аналогичного оборудования других фирм изготовителей, сходного по основным рабочим параметрам и не изменяющего принятую систему разработки.

12.3 Элементы системы разработки

Параметры основных элементов системы разработки определены для усреднённых горно-геологических условий в соответствии с линейными параметрами принятого настоящим проектом основного горно-транспортного оборудования и расчетными параметрами буровзрывных работ на основании требований:

– Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твёрдых полезных ископаемых»,

утверждённых Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Приказ № 505 от 8 декабря 2020 г., зарегистрировано в миноюсте РФ 21 декабря 2020 г., регистрационный № 61651), вступил в силу 01.01.2021 г. (далее ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...»);

– Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения» (Приказ № 494 от 3 декабря 2020 г., зарегистрирован в миноюсте РФ 25.12.2020 г., регистрационный № 61824), вступил в силу 01.01.2021 г.

12.3.1 Высота и углы откосов уступов

Высота рабочего уступа в рыхлых отложениях составляет 10 м.

Высота рабочего вскрышного и добычного уступов в скальном массиве составляет 15 м.

Ширина бермы безопасности составляет 10 м в скальных породах и 15 м в рыхлых отложениях.

В конечном положении уступы совмещаются (сдваиваются).

Высота сдвоенных уступов в скальных породах составляет 30 м, в рыхлых отложениях 20 м.

Угол откоса рабочих уступов в скальном массиве – 70° , в конечном положении – 65° - рабочий и сдвоенный нерабочий уступ соответственно, сложены крепкими слабо-трещиноватыми и слабовыветрелыми породами (ВНТП 13-1-86).

Угол откоса рабочих уступов в рыхлых отложениях – 50° , в конечном положении – 40° - рабочий и сдвоенный нерабочий уступ соответственно, глинистые породы (ВНТП 13-1-86).

В развале взорванной горной массы угол откоса рабочего уступа принимается 50° , устойчивый угол откоса - 40° - полностью дезинтегрированные разности всех пород, одиночный уступ (ВНТП 13-1-86).

Максимальная высота разрабатываемого уступа в рыхлых отложениях (без предварительного рыхления), а так же высота разрабатываемого слоя в развале взорванной горной массы для экскаваторов-мехлопат, не должны превышать наибольшую механическую высоту копания.

Для экскаватора ЭКГ-15 конструктивная наибольшая высота черпания на уровне стояния составляет 15,8 м.

Для экскаватора ЭКГ-10 конструктивная наибольшая высота черпания на уровне стояния составляет 13,5 м.

При превышении высотой развала максимальной высоты черпания применяемых экскаваторов-мехлопат – осуществляется послойная отработка с разделением развала экскавируемой горной массы на два слоя, высота каждого из которых не превышает высоту черпания применяемого выемочного оборудования.

Для применяемых гидравлических экскаваторов типа «обратная лопата» (Komatsu PC800, CAT 374FL и Sany SY8700H, либо аналоги), а также для фронтальных колесных погрузчиков (CAT 992К, либо аналог), высота разрабатываемого уступа в рыхлых отложениях или высота разрабатываемого слоя в развале взорванной горной массы не должны превышать максимальную высоту и глубину черпания с учетом кинематической схемы движения ковша. Образование козырьков и нависей на уступах при экскавации не допускается (п. 974 ФНИП «Правила безопасности при ведении горных работ ...»).

Ведение работ гидравлическими экскаваторами типа «обратная лопата» предусматривается преимущественно верхним и нижним черпанием одновременно. Возможно ведение работ только верхним или только нижним черпанием. Во всех случаях высота обрабатываемого слоя не должна превышать расчетную.

Высота слоя обрабатываемого верхним черпанием экскаваторами Komatsu PC800, CAT 374FL и Sany SY8700H (либо аналоги) составляет 7,5 м, нижним – 5,5 м.

При работе верхним и нижним черпанием одновременно, высота верхнего и нижнего слоя не должна превышать 7,5 м и 2,5 м соответственно (10 м – общая высота обрабатываемого уступа/слоя верхним и нижним черпанием одновременно).

Высота слоя обрабатываемого фронтальным погрузчиком CAT 992К составляет 6,0 м.

Расчетная схема максимальной мощности обрабатываемого слоя с учетом траектории движения ковшей применяемых гидравлических экскаваторов Komatsu PC800, CAT 374FL и Sany SY8700H приведена на **рис. 12.1**.

Расчетная схема максимальной мощности обрабатываемого слоя с учетом траектории движения ковша фронтального погрузчика CAT 992К приведена на **рис. 12.2**.

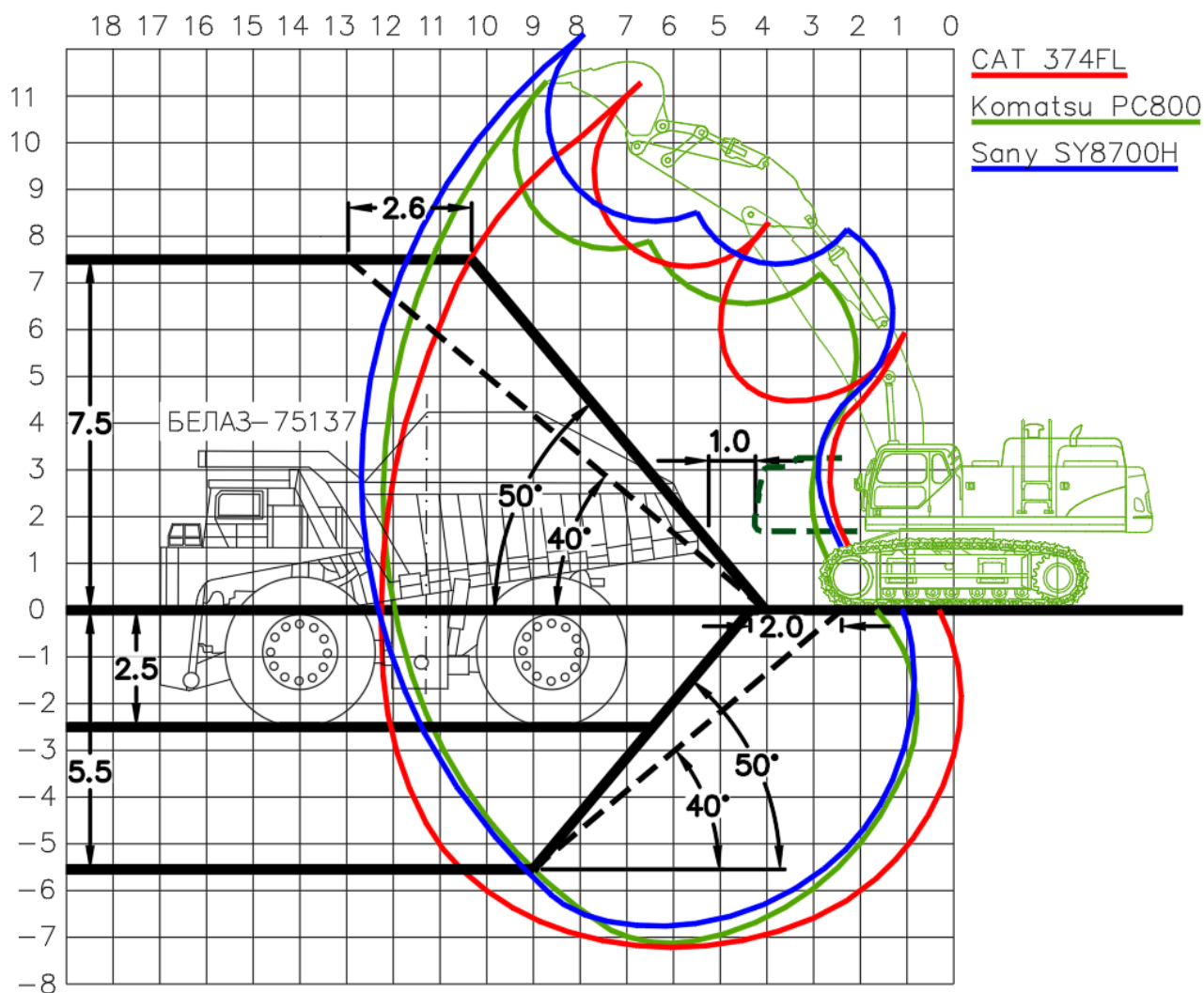


Рисунок 12.1 - Схема к расчету максимальной мощности обрабатываемого слоя применяемыми гидравлическими экскаваторами

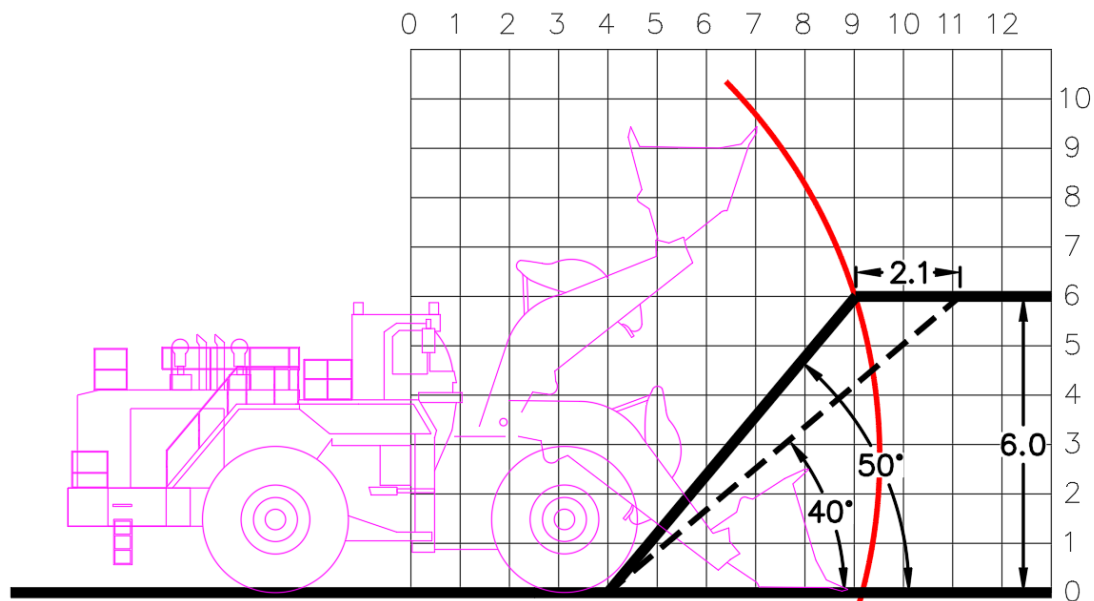


Рисунок 12.2 - Схема к расчету максимальной мощности обрабатываемого слоя применяемым фронтальным погрузчиком CAT 992K

При ведении работ гидравлическими экскаваторами одновременно верхним и нижним черпанием, на поверхности откоса нижнего подступа должен обустроиваться скользящий аварийный съезд для обеспечения вывода экскаватора с верхнего подступа в случае возникновения аварийной ситуации. Аварийный съезд формируется в процессе ведения работ и поддерживается в рабочем состоянии по мере отработки развала. Уклон съезда не должен превышать максимально преодолеваемый экскаватором подъем, составляющий 700‰ (70% или 35°).

Основные параметры системы разработки Печегубского карьера представлены в табл. 12.1.

Таблица 12.1 - Основные параметры системы разработки

Параметры системы разработки	Ед. изм.	Показатель
Высота рабочего уступа по рыхлой вскрыше	м	10
Высота рабочего уступа по скальным породам	м	15
Высота уступа в рыхлых отложениях в предельном положении	м	20
Высота скального уступа в предельном положении	м	30
Угол откоса рабочего уступа в рыхлых отложениях и развале взорванной горной массы	град.	50
Устойчивый угол откоса уступа в рыхлых отложениях и развале взорванной горной массы	град.	40
Угол откоса рабочего уступа в скальном массиве	град.	70
Угол откоса уступа в скальном массиве в конечном положении	град.	65
Ширина берм безопасности в скальном массиве	м	не менее 10
Ширина берм безопасности в рыхлых отложениях	м	20
Ширина бермы безопасности на границе скальных пород и рыхлых отложений	м	15

12.4 Технологические схемы ведения горных работ

12.4.1 Отработка рыхлых отложений

Ширина экскаваторной заходки при отработке рыхлых отложений для ЭКГ-15 и ЭКГ-10 составит соответственно 20 м и 15 м, для применяемых гидравлических экскаваторов и фронтального погрузчика - 15 м.

Ширина рабочей площадки при отработке рыхлых отложений, определена по условию обеспечения маневров автосамосвалов при установке под погрузку, с учетом следующих элементов:

1. Согласно п. 7.4.9 СП 37.13330.2012 «Свод правил. Промышленный транспорт» для производства маневров в пунктах погрузки и разгрузки диаметр разворотных площадок должен быть не менее 2,5 конструктивных радиусов разворота по переднему наружному колесу. В нашем случае, при отработке рыхлых отложений используются карьерные автосамосвалы БЕЛАЗ-75137, радиус поворота по переднему наружному колесу которых составляет 13,0 м. При этом минимальная ширина разворотной площадки составляет **32,5 м**.

2. Высота ограждающего породного вала должна составлять не менее половины диаметра колеса самого большого по грузоподъемности эксплуатируемого на карьере

автомобиля (п. 1168 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...»). При применении автосамосвалов БЕЛАЗ-75137 высота ограждающего породного вала составляет 1,5 м, ширина основания – 4,0 м. Согласно требованиям п. 1168 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...» вертикальная ось, проведенная через вершину породного вала, должна располагаться вне призмы возможного обрушения. Таким образом, при определении ширины рабочей площадки в расчет принимается половина ширины основания ограждающего породного вала – **2,0 м**.

3. Ширина призмы возможного обрушения для уступов, сложенных рыхлыми отложениями высотой 10 м – **3,5 м**.

4. Размещение кювета для отведения стоков, ширина которого принята 1,5 м и закуветной полки для сбора осыпей с вышележащих уступов 1 м.

Минимальная ширина рабочей площадки при обработке рыхлых отложений составит **40,5 м** (включает разворотную площадку, половину основания вала, ширину призмы обрушения, кювет и закуветную полку).

Технологическая схема ведения горных работ при обработке рыхлых отложений приведена на **рис.12.3**. Параметры технологической схемы ведения работ при обработке рыхлых отложений представлены в **табл. 12.2**.

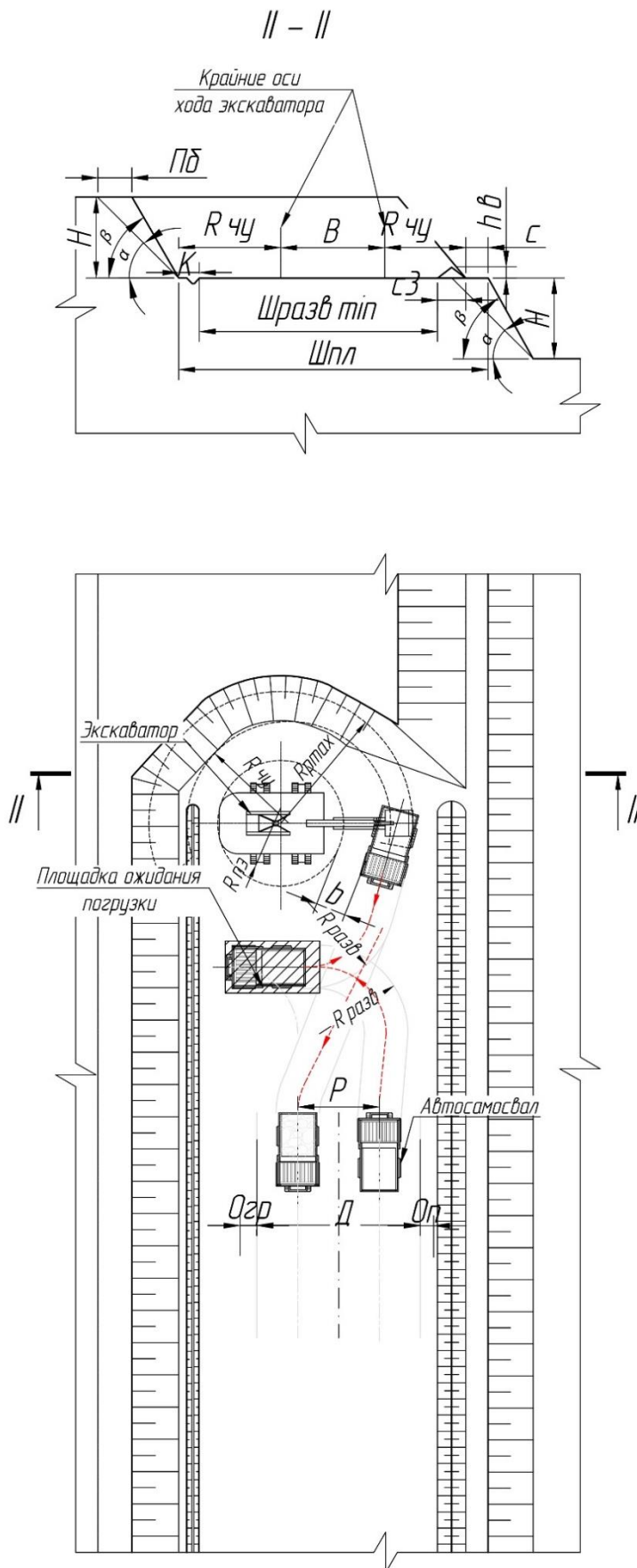


Рисунок 12.3 - Технологическая схема ведения горных работ при отработке рыхлой вскрыши

Таблица 12.2 - Элементы системы разработки при отработке рыхлой вскрыши

Параметр	Обознач.	Ед, изм,	ЭКГ-10	ЭКГ-15	Обратная лопата	Фронт. погрузчик
Высота уступа	H_y	м	10			6
Рабочий угол уступа	β	град	50			
Устойчивый угол откоса уступа, не более	α	град	40			
Ширина площадки для разворота	$Ш_{разв\ min}$	м	32,5			
Ширина рабочей площадки	$Ш_{пл}$	м	40,5			
Высота черпания экскаватора	$H_{ч}$	м	13,5	15,8	10,9-11,8-	-
Радиус разгрузки экскаватора максимальный	$R_{рmax}$	м	16,3	19,5	7,0-8,2	-
Радиус черпания на уровне стояния	$R_{чy}$	м	12,6	15,6	11,7-13,7	-
Ширина заходки	A	м	15	20	15	15-
Радиус вращения хвостовой части	$R_{пз}$	м	7,8	10,0	4,1-6,1	-
Ширина призмы обрушения	$Пб$	м	3,5		3,5	2,1
Высота предохранительного вала	$hв$	м	1,5			
Ширина предохранительного вала	$cз$	м	4,0			
Расстояние от предохранительного вала до откоса уступа	c	м	1,5			
Ширина кювета для отведения стоков	K	м	1,5			
Ширина закуветной полки			1,0			
Радиус разворота автосамосвала	$R_{разв}$	м	13,0			
Ширина проезжей части временных автодорог	D	м	20,5			
Ширина обочины груженых а/с	$O_{гр}$	м	2,0			
Ширина обочины порожних а/с	$O_{п}$	м	1,5			
Безопасное расстояние от хвостовой части поворотной платформы экскаватора до автосамосвала	b	м	не менее 1,0			
Безопасное расстояние от а/с до нижней бровки уступа	$b1$	м	не менее 1,0			

12.4.2 Отработка руды и скальных вмещающих пород вскрыши

Ширина экскаваторной заходки при отработке руды и скальных вмещающих пород вскрыши для ЭКГ-15 и ЭКГ-10 составит соответственно 20 м и 15 м, для применяемых гидравлических экскаваторов - 15 м.

Ширина рабочих площадок при отработке скальных вскрышных пород и руды с применением БВР определяется следующими условиями:

- ширина развала взорванной горной массы;
- диаметр разворотной площадки для осуществления маневров при установке автосамосвалов под погрузку.

Согласно расчетов ширина развала взорванной горной массы составляет **60,0 м**, высота развала – **17,5 м**.

Согласно п. 7.4.9 СП 37.13330.2012. «Свод правил. Промышленный транспорт» для производства маневров в пунктах погрузки и разгрузки диаметр разворотных площадок должен быть не менее 2,5 конструктивных радиусов разворота по переднему наружному колесу. В нашем случае, при использовании карьерных автосамосвалов БЕЛАЗ-75137, радиус

поворота по переднему наружному колесу составляет 13 м, а минимальная ширина разворотной площадки составляет **32,5 м**.

Высота ограждающего породного вала должна составлять не менее половины диаметра колеса самого большого по грузоподъемности эксплуатируемого на карьере автомобиля (п. 1168 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...»). При применении автосамосвалов БЕЛАЗ-75137 высота ограждающего породного вала составляет 1,5 м, ширина основания – 4,0 м. Согласно требованиям п. 1168 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...» вертикальная ось, проведенная через вершину породного вала, должна располагаться вне призмы возможного обрушения. Таким образом, при определении ширины рабочей площадки в расчет принимается половина ширины основания ограждающего породного вала – **2,0 м**.

В связи с тем, что максимальная высота черпания основного выемочного оборудования меньше принятой настоящим проектом высоты уступа, отработка развала взорванной горной массы осуществляется послойно. При этом высота верхнего слоя не должна превышать максимальную высоту черпания экскаватора, а высота нижнего слоя не должна быть менее трёхкратной высоты ковша экскаватора, чтобы не снижать его производительность при погрузке. В нашем случае, при использовании экскаваторов-мехлопат ЭКГ-10 и ЭКГ-15, высота нижнего слоя принята равной 5 м, верхнего соотв. – 12,5 м. При использовании гидравлических экскаваторов типа «обратная лопата», высота нижнего слоя принимается 7,5 м, верхнего – 10 м. При отработке верхнего слоя развала экскаватор формирует горизонтальную площадку шириной не менее **37,5 м**, которая включает в себя ширину разворотной площадки – **32,5 м** (п. 7.4.9 свода правил Промышленный транспорт СП 37.13330.2012) и ширину основания ограждающего породного вала с расширением – **5 м** (ширина ограждающего вала 4 м и расстояние от вала до верхней бровки уступа 1 м).

Площадка для складирования негабарита шириной **2 м**.

Размещение кювета для отведения стоков, ширина которого принята **1,5 м** и закуветной полки для сбора осыпей с вышележащих уступов **1 м**.

Ширина призмы возможного обрушения для уступов сложенных скальными породами составляет – **1,5 м**.

Минимальная ширина рабочей площадки при отработке верхнего слоя составит **42,0 м** (включает в себя разворотную площадку, ограждающий вал с расширением, площадку для складирования негабарита, кювет и закуветную полку).

Ширина рабочей площадки при отработке нижнего слоя составит **61 м**, включает в себя ширину развала 60 м и расстояние от развала до верхней бровки нижнего уступа 1 м.

Технологическая схема ведения горных работ при отработке руды и скальных вмещающих пород приведена на **рис.12.4**. Параметры технологической схемы ведения работ при отработке руды и скальных вмещающих пород представлены в **табл. 12.3**.

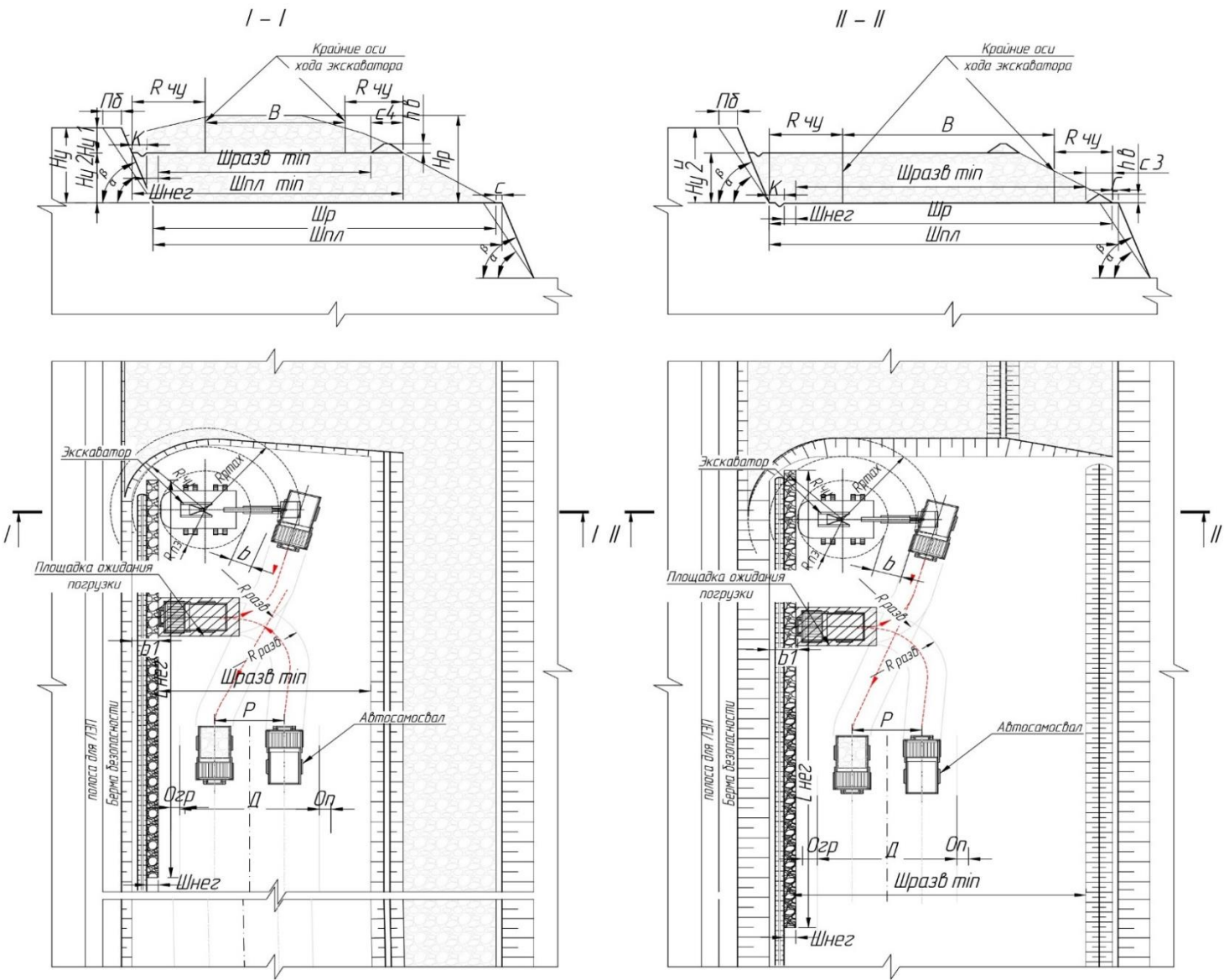


Рисунок 12.4 - Технологическая схема ведения горных работ при отработке руды и скальных вмещающих пород

Таблица 12.3 – Параметры технологической схемы обработки скальных вмещающих пород и руды с применением БВР экскаваторами ЭКГ 10 и ЭКГ-15 с погрузкой в автотранспорт

Параметр	Обознач.	Ед. изм.	Руда и скальные вмещающие породы		
			ЭКГ-10	ЭКГ-15	Обратная лопата
Высота уступа	H_u	м	15		
Высота развала	-	м	17,5		
Высота первого подустапа в развале	H_{u1}	м	12,5		10
Высота второго подустапа в развале	H_{u2}	м	5		7,5
Рабочий угол уступа	β	град	70		
Устойчивый угол откоса уступа, не более	α	град	65		
Ширина заходки	A	м	15	20	15
Ширина развала взорванной горной массы	$Ш_p$	м	60		
Ширина разворотной площадки	$Ш_{разв min}$	м	32,5		
Ширина площадки для негабарита	$Ш_{нег}$	м	2,0		
Длина площадки для складирования негабарита	$L_{нег}$	м	88,0		
Расстояние от предохранительного вала до откоса уступа	c	м	1,0		
Ширина предохранительного вала	$c3$	м	4,0		
Ширина предохранительного вала с расширением	$c4$	м	5,0		
Высота предохранительного вала	h_b	м	1,5		
Ширина кювета для отведения стоков и закуветной полки	K	м	2,5		
Минимальная ширина рабочей площадки при отработке 1 слоя	$Ш_{пл min}$	м	42		
Ширина рабочей площадки при отработке 2 слоя	$Ш_{пл}$	м	61		
Радиус разгрузки экскаватора максимальный	R_{pmax}	м	16,3	19,5	7,0-8,2
Радиус черпания на уровне стояния	$R_{чу}$	м	12,6	15,6	11,7-13,7
Радиус вращения хвостовой части	$R_{пз}$	м	7,8	9,7	4,1-6,1
Ширина призмы обрушения	$Пб$	м	1,5		
Тип основного автосамосвала			БЕЛАЗ-75137		
Радиус поворота автосамосвала	$R_{разв}$	м	13,0		
Ширина проезжей части	$Д$	м	20,5		
Ширина обочины груженых а/с	$О_{гр}$	м	2,0		
Ширина обочины порожних а/с	$О_{п}$	м	1,5		
Безопасное расстояние от хвостовой части поворотной платформы экскаватора до автосамосвала	b	м	не менее 1,0		
Безопасное расстояние от автосамосвала до нижней бровки уступа	$b1$	м	не менее 1,0		

12.4.3 Ведение горных работ под высоким уступом. Постановка уступов в предельное положение

Под высокими уступами, применительно к разработке твёрдых полезных ископаемых, понимаются уступы, имеющие единую плоскость откоса, общая высота которых превышает

линейные параметры выемочно-погрузочного оборудования по высоте черпания с учётом конструктивных особенностей, технологических возможностей и места установки экскаватора (на верхней, средней или нижней площадках уступа при промежуточных горизонтах) и отработка которых ведётся в два и более подступа или слоя.

При ведении работ под высокими уступами предусматриваются технологические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности.

В соответствии с принятыми проектом высотой обрабатываемых уступов и линейными параметрами технологического оборудования, при превышении высоты уступа максимальной высоты черпания экскаваторов в качестве основных технологических мероприятий по обеспечению безопасности работ под высокими уступами в каждом случае предусматривается организация улавливающих полок и заградительных валов.

В соответствии с «Дополнениями к типовым технологическим схемам ведения горных работ на угольных разрезах» (НИИОГР, 1996 г.) ширина улавливающей полки равна максимальной дальности отлёта кусков породы от нижней бровки откоса уступа и рассчитывается по формуле:

$$l_{max} = K_{max} \cdot h, \text{ м}, \quad (12.1)$$

где K_{max} – коэффициент дальности падения, м;

h – высота уступа, м.

При постановке бортов карьера в предельное положение (конечный контур карьера) происходит сдваивание рабочих уступов. Высота сдвоенных уступов в скальных вмещающих породах — 30,0 м. При этом горнотранспортное оборудование производит горные работы в опасной зоне — под высокими уступами.

Результаты выполненных расчётов по определению ширины улавливающей полки в зависимости от высоты уступа (15 м — в рабочей зоне карьера и 30 м в скальных породах — на предельном контуре, при сдваивании уступов) сведены в **табл. 12.4**.

Таблица 12.4 - Ширина улавливающей полки

Наименование показателя	Единицы измерения	Наименование показателя	
Высота уступа	м	15	30
Ширина улавливающей полки, не менее	м	2,9	6,0

В соответствии с проведёнными расчётами ширина улавливающей полки для условий Печегубского карьера составляет не менее **6,0 м**.

Для задержания кусков породы, случайно выскакивающих за пределы улавливающей полки, а также с целью ограждения механизмов и людей от возможного попадания их в зону разлёта кусков породы вдоль улавливающей полки необходима организация специальных

устройств заградительного типа. К наиболее простейшим устройствам относят заградительные валы.

Технологически эти валы отстраиваются бульдозером или экскаватором в процессе отработки породы. Внутренняя нижняя бровка откоса заградительного вала должна располагаться по линии максимальной дальности разлёта кусков. Высота вала, исходя из наблюдений за высотой подскока камней, должна быть не менее 1,0 м. Ширина основания заградительного вала будет составлять **2,5-2,7 м**.

Заградительный вал устраивается на всю длину выемочного блока, чтобы оградить от воздействия падающих с откоса кусков породы трассу автодороги под уступом на всём её протяжении.

При послыйной выемке заградительные валы сооружаются экскаватором несколько раз, т.е. после отработки каждого очередного слоя.

Технологическое оборудование, транспортные коммуникации, пешеходные дорожки, ЛЭП, линии связи и т.п. должны располагаться за пределами опасной зоны, ограниченной заградительным валом.

Ширина призмы возможного обрушения для сдвоенных уступов сложенных скальными породами составляет – **3,0 м**.

Минимальная ширина рабочей площадки при отработке верхнего слоя составит **48,5 м** (включает в себя улавливающую полку, заградительный вал, площадку для складирования негабарита, разворотную площадку и ограждающий вал с расширением).

Ширина рабочей площадки при отработке нижнего слоя составит **61 м**, включает в себя ширину развала 60 м и расстояние от развала до верхней бровки нижнего уступа 1 м.

Технологическая схема ведения горных работ под высокими уступами на предельном контуре представлена на **рис. 12.5**. Параметры технологической схемы ведения работ под высокими уступами приведены в **табл. 12.5**.

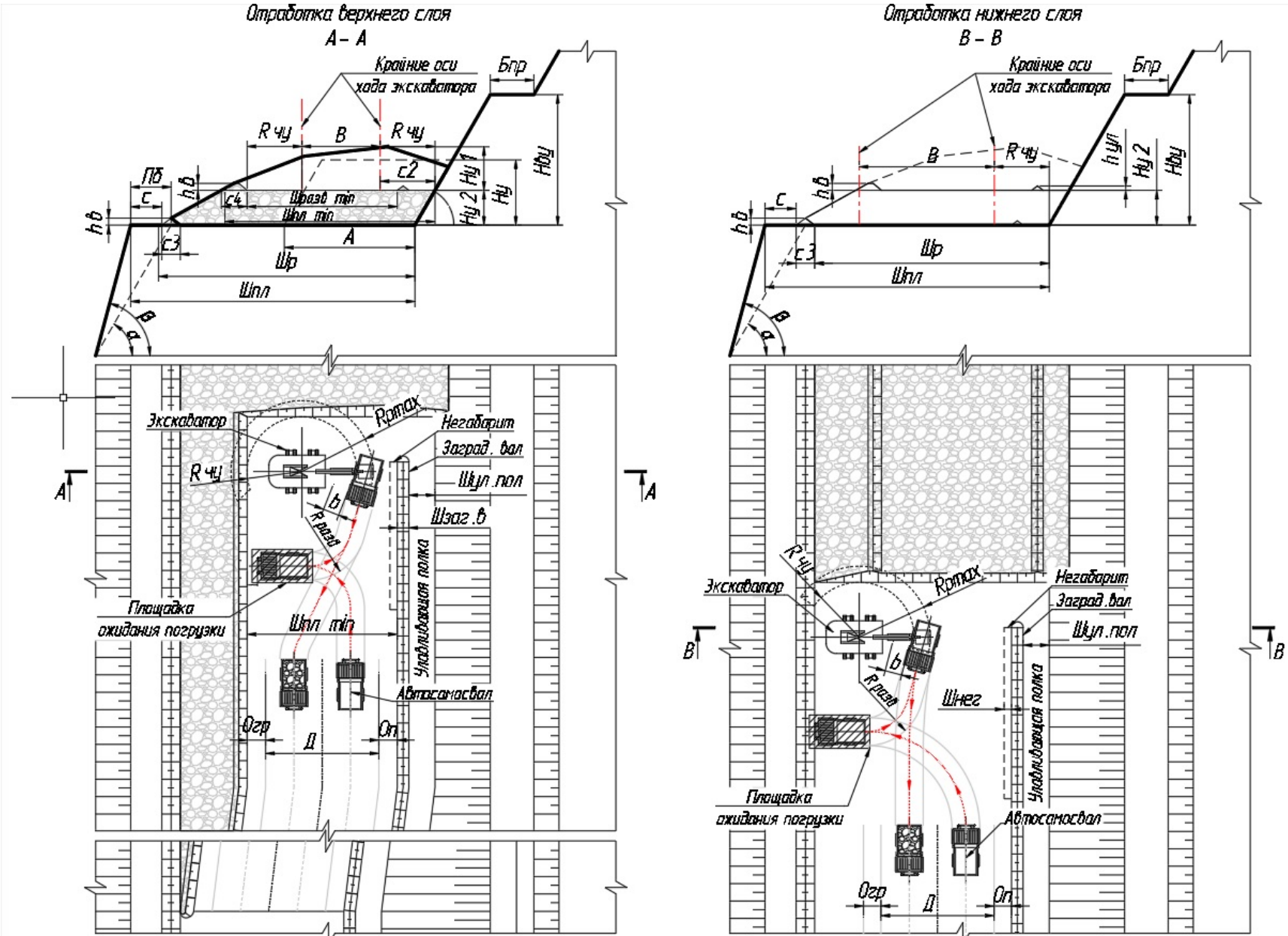


Рисунок 12.5 – Технологическая схема ведения горных работ под высоким уступом

Таблица 12.5 –Параметры технологической схемы ведения горных работ под высоким уступом, при постановке рабочих уступов в предельное положение

Параметр	Обознач.	Ед. изм.	ЭКГ-10	ЭКГ-15	Обратная лопата
Высота сдвоенного уступа	$H_{ву}$		30		
Высота уступа	H_u	м	15		
Высота развала	H_p	м	17,5		
Высота первого подустапа в развале	$H_{у1}$	м	12,5	10	
Высота второго подустапа в развале	$H_{у2}$	м	5	7,5	
Рабочий угол уступа	β	град	70		
Устойчивый угол откоса уступа. не более	α	град	65		
Ширина экскаваторной заходки	A	м	15,0	20,0	15,0
Ширина развала взорванной горной массы	$Ш_p$	м	60		
Ширина разворотной площадки	$Ш_{разв min}$	м	32,5		
Ширина улавливающей полки	$Ш_{ул.пол}$	м	6,0		
Высота заградительного вала	$h_{ул}$	м	1,0		
Ширина заградительного вала	$Ш_{заг.в-}$	м	2,5-2,7		
Расстояние от нижней бровки уступа до гусеницы экскаватора	c_2	м	не менее 8,5		
Ширина призмы обрушения	$П_b$	м	3,0		
Высота предохранительного вала	h_b	м	1,5		
Расстояние от предохранительного вала до откоса уступа	c	м	1,0		
Ширина предохранительного вала	c_3	м	4,0		
Ширина предохранительного вала с расширением	c_4	м	5,0		
Ширина площадки для негабарита	$Ш_{нег}$	м	2,0		
Длина площадки для складирования негабарита	$L_{нег}$	м	88,0		
Ширина предохранительной бермы	$Б_p$	м	10		
Минимальная ширина рабочей площадки при отработке 1 слоя	$Ш_{пл min}$	м	48,5		
Ширина рабочей площадки при отработке 2 слоя	$Ш_{пл}$	м	61,0		
Радиус разгрузки экскаватора максимальный	R_{pmax}	м	16,3	19,5	7,0-8,2
Радиус черпания на уровне стояния	$R_{чу}$	м	12,6	15,6	11,7-13,7
Радиус вращения хвостовой части	$R_{пэ}$	м	7,8	9,7	4,1-6,1
Тип основного автосамосвала			БЕЛАЗ-75137		
Радиус поворота автосамосвала	$R_{разв}$	м	13		
Ширина проезжей части	D	м	20,5		
Ширина обочины груженных а/с	$O_{гр}$	м	2,0		
Ширина обочины порожних а/с	$O_{п}$	м	1,5		
Безопасное расстояние от хвостовой части поворотной платформы экскаватора до автосамосвала	b	м	не менее 1,0		
Безопасное расстояние от автосамосвала до нижней бровки уступа	b_1	м	не менее 1,0		

12.4.4 Минимальная ширина разрезной траншеи

Подготовка новых горизонтов при ведении горных работ на Печегубском месторождении осуществляется путем проведения разрезных траншей. Глубина разрезной траншеи равна высоте подготавливаемого уступа и составляет 15 м. Ширина разрезной траншеи по дну определена с учетом диаметра разворотной площадки для осуществления маневров автосамосвалов при установке под погрузку.

Ширина разрезной траншеи по дну составляет **32,5 м**. Согласно требованиям п. 1166 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...» Временные въезды в траншеи

должны устраиваться так, чтобы вдоль них при движении транспорта оставался свободный проход шириной не менее 1,5 м с обеих сторон

Рабочие углы откосов разрезной траншеи равны 70° , устойчивые – 65° .

При превышении высотой развала максимальной высоты черпания применяемых экскаваторов – осуществляется послойная отработка с разделением развала экскавируемой горной массы на два слоя, высота каждого из которых не превышает высоту черпания применяемого выемочного оборудования.

Технологические схемы ведения горных работ при проходке разрезных траншей приведены на **рис.12.6**. Параметры элементов системы разработки при проходке разрезных траншей представлены в **табл. 12.6**.

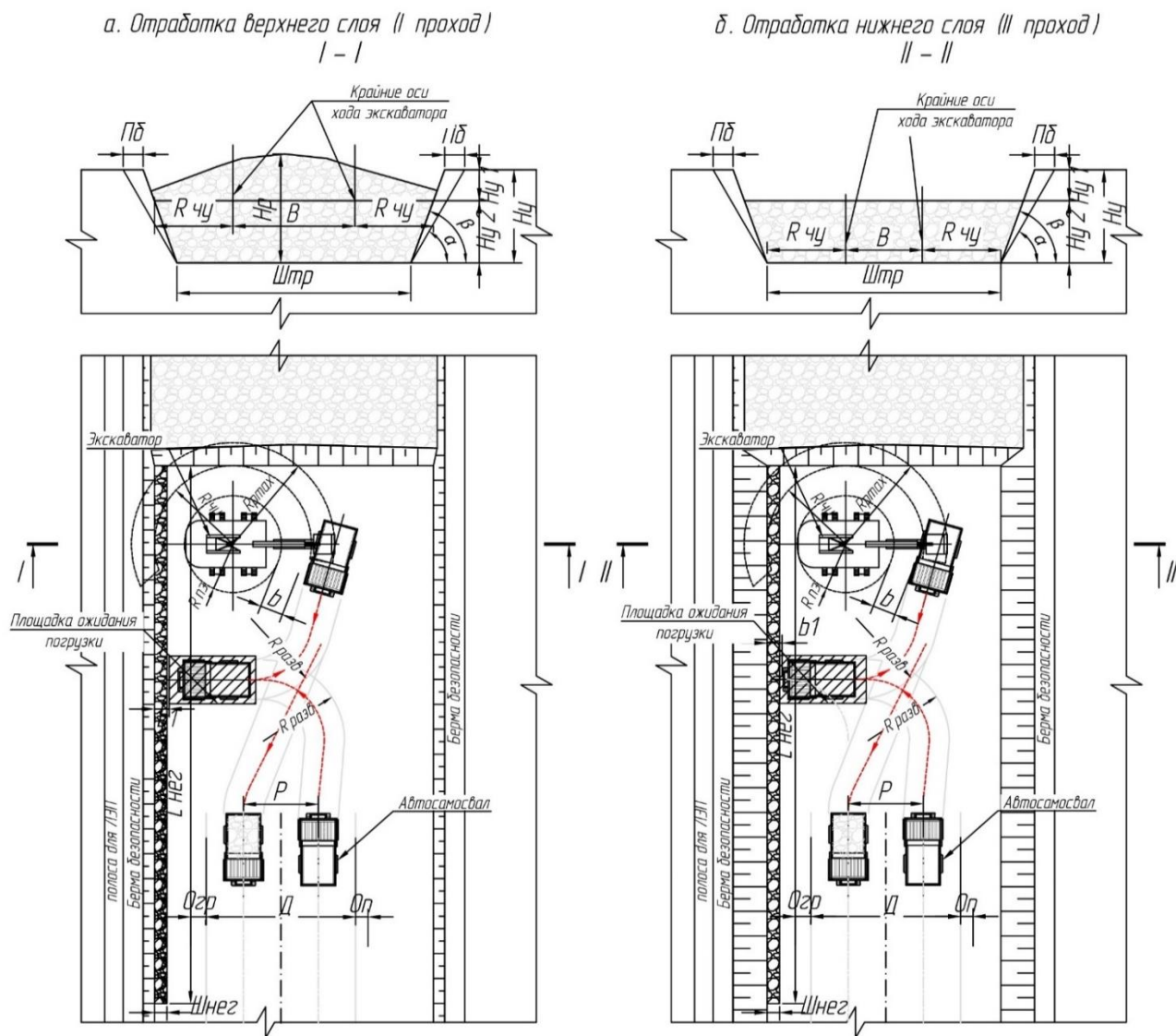


Рисунок 12.6 – Технологическая схема проходки разрезной траншеи

Таблица 12.6 – Параметры технологической схемы проходки разрезных траншей

Параметр	Обознач.	Ед, изм,	Руда и скальные вмещающие породы		
			ЭКГ-10	ЭКГ-15	Обратная лопата
Высота уступа	<i>H_у</i>	м	15		
Высота развала	-	м	17,5		
Высота первого подустапа в развале	<i>H_{у1}</i>	м	12,5		10
Высота второго подустапа в развале	<i>H_{у2}</i>	м	5		7,5
Рабочий угол уступа	β	град	70		
Устойчивый угол откоса уступа, не более	α	град	65		
Радиус разгрузки экскаватора максимальный	<i>R_{рmax}</i>	м	16,3	19,5	7,0-8,2
Радиус черпания на уровне стояния	<i>R_{чу}</i>	м	12,6	15,6	11,7-13,7
Радиус вращения хвостовой части	<i>R_{нз}</i>	м	7,8	9,7	4,1-6,1
Ширина призмы обрушения	<i>Пб</i>	м	1,5		
Радиус разворота автосамосвала	<i>R_{разв}</i>	м	13,0		
Ширина заходки	<i>B</i>	м	15	20	15
Ширина площадки для складирования негабарита	<i>Шнег</i>	м	2,0		
Длина площадки для складирования негабарита	<i>Lнег</i>	м	88,0		
Ширина проезжей части временных автодорог	<i>Д</i>	м	20,5		
Ширина обочины груженых а/с	<i>Огр</i>	м	2,0		
Ширина обочины порожних а/с	<i>Он</i>	м	1,5		
Безопасное расстояние от хвостовой части поворотной платформы экскаватора до автосамосвала	<i>b</i>	м	не менее 1,0		
Безопасное расстояние, от автосамосвала до нижней бровки уступа	<i>b1</i>	м	не менее 1,0		
Ширина рабочей площадки по дну траншеи	<i>Штр</i>	м	32,5		

13 ГОРНО-КАПИТАЛЬНЫЕ ВСКРЫШНЫЕ РАБОТЫ

В настоящий время Печегубский карьер вскрыт на эксплуатационном участке Карьер №1 двумя траншеями внутреннего заложения с отметок естественного рельефа. Дополнительные горно-капитальных вскрышных работ по проходке вскрывающих выработок не предусматривается.

14 КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ГОРНЫХ РАБОТ

В соответствии с протоколом заседания комиссии ГКЗ Роснедра №7549 от 12.12.2023 г., всего на Печегубском месторождении предусматривается вовлечение в отработку **66 529,9 тыс. т** балансовых запасов руды, в том числе 65 675,5 тыс. т в Карьере №1 и 854,4 тыс. т в Карьере №2.

Настоящим проектом предусматривается отработка балансовых запасов руды в течение первых 10 лет (2023-2032 гг.) – I этапа - исходя из условия обеспеченности горных работ емкостью запроектированного внешнего автомобильного отвала.

Предельная вместимость отвала вскрышных пород, исходя из условия его размещения в границах существующего земельного отвода, составляет до 71 840,0 тыс. м³ в плотном теле.

В соответствии с календарным планом ведения горных работ в карьере образование вскрышных пород за первые 10 лет разработки составит 69 119,9 тыс. м³ в плотном теле. То есть период обеспеченности карьера объектами отвального хозяйства составляет 10 лет.

Объем балансовых запасов руды Печегубского месторождения вовлекаемый в отработку на I этапе разработки карьера составит **32 104,3** тыс. т, в том числе 31 249,9 тыс. т в Карьере №1 и 854,4 тыс. т в Карьере №2.

С учетом потерь и засорения, объем эксплуатационных запасов на I этапе составит 36 500,0 тыс. т, в том числе 35 496,1 тыс. т в Карьере №1 и 1 003,9 тыс. т в Карьере №2.

Началом отчетного периода принято фактическое положение горных работ по состоянию на 01.01.2023 г., см. **черт П12179-00-200-ТОР, лист 1.**

Положения горных работ по годам отработки представлены на **черт. П12179-00-200-ТОР, листы 2-6.**

Положение горных работ на конец I этапа отработки карьера приведено на **черт. П12179-00-200-ТОР, лист 7.**

В сводном виде календарный план отработки Печегубского месторождения в рамках I этапа приведен в **табл. 14.1.**

Базовая проектная мощность карьера определена календарным планом отработки месторождений АО «Олкон» и составляет до 4,0 млн т сырой железной руды в год.

Производительность карьера по вскрышным породам принята исходя из максимальной производительности задействованного основного парка экскаваторов (3 единицы ЭКГ-15).

Для расчета эксплуатационных показателей добычи, показатели потерь и засорения приняты в соответствии с расчетом приведенным в **разд. 8**

Значения расчетных потерь и засорения по эксплуатационным участкам в рамках I этапа составляют:

П12179-10.02.1-ТР

Том 10.2.1

– Карьер №1. Потери – 2,54%. Засорение – 14,20%;

– Карьер №2. Потери – 6,12%. Засорение – 20,10%.

Таблица 14.1 - Сводный календарный план отработки Печегубского месторождения - I этап

Наименование показателя	Ед. изм.	Период ведения работ – I этап										
		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	Итого
Всего по Печегубскому карьеру (эксплуатационные запасы)												
Горная масса, в т.ч.:	тыс.т.	22 442	20 855	20 756	21 154	21 532	22 139	23 063	23 063	23 063	23 063	221 127,7
	тыс.м ³	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	80 000,0
Руда (экспл.)	тыс.т.	3 100	3 800	2 700	3 300	3 600	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	36 500,0
	тыс.м ³	924	1 132	809	983	1 073	1 192	1 192	1 192	1 192	1 192	10 880,1
Содержание Feобщ	%	27,69	26,46	24,30	24,81	24,81	24,82	25,23	24,55	24,65	25,17	25,23
Вскрышные породы, в т.ч. по типам:	тыс.м ³	7 076	6 868	7 192	7 017	6 927	6 808	6 808	6 808	6 808	6 808	69 119,9
Скальная вскрыша	тыс.т.	18 163	11 618	12 853	13 372	14 272	15 830	19 063	19 063	19 063	19 063	162 358,1
	тыс.м ³	6 487	4 149	4 590	4 776	5 097	5 654	6 808	6 808	6 808	6 808	57 985,0
Рыхлая вскрыша	тыс.т.	1 179	5 437	5 203	4 482	3 660	2 309	-	-	-	-	22 269,7
	тыс.м ³	590	2 719	2 601	2 241	1 830	1 155	-	-	-	-	11 134,9
Квск	м ³ /т	2,28	1,81	2,66	2,13	1,92	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,89
Участок Карьер №1												
Горная масса, в т.ч.:	тыс.т.	22 442	20 855	16 364	21 154	21 532	22 139	23 063	23 063	23 063	23 063	216 736,7
	тыс.м ³	8 000	8 000	6 400	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	8 000	78 400,0
Руда (экспл.)	тыс.т.	3 100	3 800	1 696	3 300	3 600	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	35 496,1
	тыс.м ³	924	1 132	505	983	1 073	1 192	1 192	1 192	1 192	1 192	10 576,9
Содержание Feобщ	%	27,69	26,46	25,33	24,81	24,81	24,82	25,23	24,55	24,65	25,17	25,30
Вскрышные породы, в т.ч. по типам:	тыс.м ³	7 076	6 868	5 895	7 017	6 927	6 808	6 808	6 808	6 808	6 808	67 822,8
Скальная вскрыша	тыс.т.	18 163	11 618	10 077	13 372	14 272	15 830	19 063	19 063	19 063	19 063	159 582,4
	тыс.м ³	6 487	4 149	3 599	4 776	5 097	5 654	6 808	6 808	6 808	6 808	56 993,7
Рыхлая вскрыша	тыс.т.	1 179	5 437	4 591	4 482	3 660	2 309	-	-	-	-	21 658,2
	тыс.м ³	590	2 719	2 296	2 241	1 830	1 155	-	-	-	-	10 829,1
Квск	м ³ /т	2,28	1,81	3,48	2,13	1,92	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,91
Участок Карьер №2												
Горная масса, в т.ч.:	тыс.т.	-	-	4 391	-	-	-	-	-	-	-	4 391,1
	тыс.м ³	-	-	1 600	-	-	-	-	-	-	-	1 600,3
Руда (экспл.)	тыс.т.	-	-	1 004	-	-	-	-	-	-	-	1 003,9
	тыс.м ³	-	-	303	-	-	-	-	-	-	-	303,2
Содержание Feобщ	%	-	-	22,93	-	-	-	-	-	-	-	22,93
Вскрышные породы, в т.ч. по типам:	тыс.м ³	-	-	1 297,1	-	-	-	-	-	-	-	1 297,1
Скальная вскрыша	тыс.т.	-	-	2 776	-	-	-	-	-	-	-	2 775,7
	тыс.м ³	-	-	991	-	-	-	-	-	-	-	991,3
Рыхлая вскрыша	тыс.т.	-	-	611	-	-	-	-	-	-	-	611,5
	тыс.м ³	-	-	306	-	-	-	-	-	-	-	305,7
Квск	м ³ /т	-	-	1,29	-	-	-	-	-	-	-	1,29

15 БУРОВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ

15.1 Горно-геологические условия производства буровзрывных работ

В соответствии с геологическим строением Печегубского месторождения выделяются два инженерно-геологического комплекса пород: рыхлые четвертичные отложения и скальные кристаллические породы, представленные гнейсами различного состава, амфиболитами, железистыми кварцитами, дайками диабазов и жилами пегматитов.

Четвертичные отложения (морена) развиты повсеместно, их мощность увеличивается в пониженных участках. Породы четвертичных отложений предусматривается обрабатывать без предварительного рыхления.

Отработка скальных пород вскрыши и руду предусматривается с предварительным рыхлением буровзрывным способом.

15.2 Средства для производства буровзрывных работ

Настоящим проектом предусматривается проведение взрывных работ в две стадии:

– первичное (основное) взрывание, обеспечивающее требуемое качество рыхления вскрышных пород перед их экскавацией; осуществляется с использованием скважинных зарядов взрывчатых веществ (ВВ);

– вторичное (вспомогательное) взрывание. Производится в случае необходимости, для дробления негабаритных кусков породы, выравнивания подошвы уступа и т.п. Вторичное взрывание планируется производить, в основном, с применением шпуровых зарядов ВВ.

В соответствии с физико-механическими свойствами, категорией трещиноватости пород и необходимыми размерами среднего куска горной массы предусматривается бурение по основным рядам скважин диаметром шарошки 245,0 мм с помощью бурового станка СБШ-250МНА-32, бурение двух приконтурных рядов скважин буровым станком Atlas Copco ROC L8 с диаметром бурового инструмента 178 мм или аналогичным оборудованием, например, KAISHAN KT25, СБШ-160Д.

При постановке уступов карьера в конечное положение на предельном контуре предусматривается применение метода предварительного щелеобразования. Бурение контурных скважин также производится буровым станком Atlas Copco ROC L8 с диаметром бурового инструмента 140 мм или аналогичным оборудованием, например, KAISHAN KT25, СБШ-160Д.

При выборе ассортимента ВВ необходимо исходить из свойств взрывааемых пород, их обводнённости, а также стоимости взрывчатых веществ. Наиболее экологичными, не требующими перевозки ж/д транспортом, исключая применение гранулолита, и более дешёвыми являются эмульсионные взрывчатые вещества (ЭВВ). Основным ВВ на карьерах

АО «Олкон» является ЭВВ «Фортис», допущенный Ростехнадзором к применению и механизированному заряданию скважин. Разрешение на применение ЭВВ «Фортис» №ВМ-0177 выдано Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору 20.09.2010 г. Также для зарядки взрывных скважин могут использоваться гранулированные ВВ заводского изготовления.

На Печегубском карьере предусматривается применение следующих взрывчатых веществ:

- для сухих скважин — ЭВВ «Фортис», граммонит 79/21, граммотол-10;
- для частично обводнённых скважин — ЭВВ «Фортис», граммонит 79/21, граммотол-10;
- для обводнённых скважин — ЭВВ «Фортис».

Технические характеристики «Фортис Эдвантэдж» ТУ 7276-001-23308410-2006 представлены в табл. 15.1.

Таблица 15.1 - Технические характеристики ВВ «Фортис Эдвантэдж»

Наименование показателя	Значения для «Фортис»		
	70	80	100
Внешний вид	От светло-желтого до желто-белого		
Расчетные			
Теплота взрыва, МДж/кг (ккал/кг)	3,780 (903)	3,700 (880)	3,260 (778)
Кислородный баланс, %	-2,14	-2,09	-0,6
Удельный объем газообразных продуктов взрыва, л/кг	995	990	968
Экспериментальные			
Чувствительность к удару по ГОСТ 4545-88: -нижний предел, мм -частота взрывов	Более 500 0		
Чувствительность к трению на копре К-44-III (максимальное давление прижатия)	>400		
Чувствительность к нагреву (метод ДТА)	Отсутствие экзотермического разложения до температуры 170°С. Интенсивное экзотермическое разложение при 200° - 220°		
Скорость детонации (в пластмассовой трубе d=110мм), км/с	4,98	4,74	5,1
Минимальный инициирующий заряд	Аммонит 6 ЖВ-200-32 массой 200 г		

При взрывании пород рудного кварцита, железистого кварцита рекомендуется применять ЭВВ повышенной мощности (по теплоте взрыва), например, «Фортис Эдвантэдж» - 70. Для остальных пород рекомендуется использование менее мощных ВВ (по теплоте взрыва), например, «Фортис Эдвантэдж» - 100.

В качестве промежуточных детонаторов (ПД) для инициирования рекомендуемых ВВ могут использоваться патронированный аммонит 6ЖВ для сухих скважин и шашки детонаторы ПТ-П 750 для обводнённых скважин. В качестве средств взрывания используются неэлектрические системы инициирования «Нонель», СИНВ, «Эдилин».

Машины, предусматриваемые для зарядания ЭВВ «Фортис» — смесительно-зарядные машины «ММУ-20» на шасси VOLVO FM-TRUCK 8x4 (либо аналог) разрешены

АО «Олкон» к применению Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору. Для взрывания негабарита методами накладных и шпуровых зарядов в технологические смены допускается применение электрического способа взрывания с применением взрывных приборов (ЭД располагается за опасной зоной взрыва).

15.3 Требования к крупности дробления горной массы

В соответствии с процессами, производимыми в карьере, взорванная горная масса по крупности дробления должна соответствовать следующим требованиям:

- максимальный размер кусков — исходя из вместимости ковша экскаватора;
- максимальный размер кусков — исходя из вместимости транспортных сосудов;
- максимальный размер кусков — исходя из параметров приёмных отверстий дробилок, грохотов и т.п.

Допустимый максимальный размер куска (м), исходя из вместимости ковша экскаватора $V_э$ (м³) рассчитывается по **формуле 15.1** (справедлива при $V_э$ до 10 м³). При вместимости ковша экскаватора более 10 м³ максимальный размер куска по условию вместимости ковша экскаватора определяется по **табл. 15.2**.

$$L_{max} \leq 0,75 \cdot \sqrt[3]{V_э}, \text{ м}, \quad (15.1)$$

где $V_э$ – вместимость ковша экскаватора, м³.

Таблица 15.2 - Допустимый максимальный размер куска

$V_э, \text{ м}^3$	1	2	3	4	6	8	10-20
$L_{max}, \text{ м}$	0,75	0,9	1,0	1,1	1,3	1,5	1,6

Согласно проекту, для выемки взорванной горной массы предусматривается использовать экскаваторы ЭКГ-15 с вместимостью ковша 15 м³. Для производительной работы этих машин в условиях карьера максимально допустимый размер куска составляет не более 1,6 м. Куски породы и руды с линейными размерами более 1,6 м следует считать негабаритными.

Для используемых гидравлических экскаваторов типа «обратная лопата» с ёмкостью ковшей от 4,4 м³ до 5 м³, допустимый размер куска составляет не более 1,1 м.

Для фронтального погрузчика САТ 992К с емкостью ковша 12 м³, допустимый размер куска составляет не более 1,6 м.

Допустимый максимальный размер кусков (м), исходя из вместимости транспортных средств $V_т$, определяется по формуле:

$$0,5 \times \sqrt[3]{V_т}. \quad (15.2)$$

Для самосвалов БЕЛАЗ-75137 с вместимостью кузова 71,2 м³, предусмотренных к применению настоящим проектом, допустимый максимальный размер куска породы составит 2,1 м.

Допустимый максимальный размер кусков (м) при погрузке в перегрузочные бункера, приёмные отверстия дробилок, грохотов принимают:

$$L_{max} \leq (0,75-0,85) \times b, \text{ м}, \quad (15.3)$$

где b – ширина приёмного отверстия, м.

Таким образом, для технических условий Печегубского месторождения допустимый максимальный размер куска составляет 1,1 и 1,6 м для руды и вскрыши соответственно.

15.4 Параметры буровзрывных работ

Расчёт параметров буровзрывных работ произведён исходя из структурно-прочностных свойств вскрышных пород и руды с учётом требований, предъявляемых к горной массе при экскавации. В карьере, исходя из конкретных горно-геологических условий (блочности массива, его упругих и акустических свойств, анизотропии массива, а также прочности на одноосное сжатие и объёмного веса слагающих пород) для каждого конкретного взрыва просчитываются параметры БВР, которые могут незначительно отличаться от параметров БВР проекта.

При постановке уступов в конечное положение на Печегубском карьере предусматривается применение метода предварительного щелеобразования.

Угол погашения откосов уступов карьера составляет 65°.

Бурение контурных скважин предварительного щелеобразования производится станками Atlas Copco ROC L8 (либо аналоги). Диаметр скважин — 140 мм. Взрывание зарядов в скважинах отрезной щели мгновенное. При предварительном щелеобразовании заряды контурных скважин взрываются заранее, до бурения скважин дробления.

15.4.1 Расчётный удельный расход

Приведенный ниже расчёт удельного расхода, выполненный по методике В.А. Кузнецова, учитывает современные требования к качеству взрывной отбойки горной массы и основан на результатах анализа базовой методики расчёта Б.Н. Кутузова-В.К. Рубцова, а также согласуется с фактическим удельным расходом ЭВВ.

$$q = 0,4 \times (\gamma \times d_e)^{0,5} \times (f \times d)^{0,33} / (d_n \times e), \text{ кг/м}^3 \quad (15.4)$$

где: γ – плотность породы, т/м³;

d_e – диаметр средней естественной отдельности в массиве, м

f – коэффициенту крепости пород;

d – диаметр заряда по долоту, м;

d_n – размер негабарита, м;

e – относительная работоспособность ВВ, определяемая отношением теплоты взрыва используемого ВВ к теплоте взрыва эталонного ВВ, в качестве которого, согласно методике расчета, необходимо принять ВВ с теплотой взрыва $Q_э = 1000$ ккал/кг = 4,2 МДж/кг, $e = Q/Q_э$.

Фактический удельный расход ВВ принимается по фактическим показателям для карьера в зависимости от горно-геологических условий и типа применяемых ВВ и уточняется при разработке типового проекта производства буровзрывных работ.

15.4.2 Расчёт линии сопротивления по подошве

Линия сопротивления по подошве (W) – расстояние от оси скважины до открытой поверхности уступа на уровне отметки его нижней площадки (подошвы). Улучшение дробления достигается за счет снижения фактического значения W , а также соударения разлетающихся масс разрушенной породы.

По величине расчетного удельного расхода ВВ и вместимости скважины принятого диаметра для каждой из групп пород рассчитываются типовые параметры расположения зарядов.

При известном диаметре скважин предельное значение линии сопротивления по подошве (W_n), преодолеваемое зарядами первого ряда скважин рассчитывается по формуле (м):

$$W_n = 53k_t d_3 \sqrt{\Delta/e\gamma} (1,6 - 0,5m), м \quad (15.5)$$

где: k_t – коэффициент трещиноватости, равный для трещиноватых пород 1,1, сильнотрещиноватых пород 1,2;

d_3 – диаметр заряда, м;

e – коэффициент работоспособности;

γ – плотность пород, т/м³;

m – коэффициент сближения.

С учетом взаимодействия смежных зарядов расчетная величина W определяется из выражения:

$$W = 0,9 \cdot \sqrt{P/q}, м \quad (15.6)$$

где: q – расчетный удельный расход, кг/м³;

P – вместимость скважины, кг/м.

Вместимость скважин в зависимости от ее диаметра и плотности заряжения ВВ рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{\pi d_3^2}{4} \Delta, \text{ кг/н.м.} \quad (15.7)$$

где: Δ - плотность заряжения ВВ, кг/м³.

Для вертикальных скважин расчетное значение W_{Π} проверяется на условие безопасного расположения бурового станка при бурении первого ряда скважин:

$$\begin{aligned} Wn &\geq Wn_{\delta} \\ Wn_{\delta} &= H_y \text{ctg} \alpha + c, \text{ м} \end{aligned} \quad (15.8)$$

где: $W_{\Pi\delta}$ – линия сопротивления по подошве, обеспечивающая безопасное расположение бурового станка, м;

H_y – высота уступа, м;

α – угол откоса уступа, градус

$c = 2$ м – минимальное безопасное расстояние до верхней бровки уступа для станка с выносным буровым агрегатом, для станка типа СБШ-250 МН $c = 3$ м.

15.4.3 Сетка скважин

Скважины на взрывном блоке будут располагаться по квадратной, прямоугольной сетке или в шахматном порядке на расчетном расстоянии друг от друга. Исходя из значения линии сопротивления по подошве, принимаем сетку скважин, где расстояния между скважинами в ряду a и между рядами скважин b .

Расстояние b (м) между рядами скважин:

$$b = K_1 \cdot W, \text{ м} \quad (15.9)$$

где: $K_1 = 0,55 \div 1,1$.

Коэффициент K_1 принимается равными 1, тогда $b = W$.

Расстояние a (м) между скважинами в ряду:

$$a = m \cdot b, \text{ м} \quad (15.10)$$

15.4.4 Величина перебура

Глубина скважины L принимается исходя из суммы значений высоты уступа и величины перебура $l_{\text{пер}}$, необходимой для проработки подошвы:

$$L = H + l_{\text{пер}}, \text{ м} \quad (15.11)$$

$l_{\text{пер}}$ – величина перебура, м.

Величину перебура рекомендуется принимать от 10 до 15 диаметров заряда.

В тех случаях, когда величина линии сопротивления по подошве W приближается к своему предельному значению, глубину перебура у вертикальных скважинных зарядов 1-го ряда целесообразно увеличить на 20-30 % для обеспечения более надежной проработки подошвы уступа.

15.4.5 Длина забойки

Величина забойки $l_{заб}$ устанавливается на основе анализа структуры (блочности) разрабатываемого массива пород в верхней части уступа, требуемой степени дробления горной массы, радиуса опасной зоны.

Для обеспечения минимальной ширины развала при известном диаметре скважин величину забойки рекомендуется принимать в диапазоне (25-30) d зар.

Исходя из мировой практики, в качестве забоечного материала рекомендуется применение щебня с максимальной крупностью 10-15% диаметра скважины (20-30 мм) для обеспечения лучшего запираения и удерживания взрывных газов по сравнению с относительно мелкой буровой мелочью.

15.4.6 Длина заряда

Длина сплошного заряда определяется:

$$l_{зар} = L - l_{заб} \quad (15.12)$$

15.4.7 Масса заряда в скважине

Масса заряда в скважине определяется исходя из выражения плотности и длины заряда:

$$Q_z = l_{зар} \cdot P, \text{ кг} \quad (15.13)$$

15.4.8 Выход взорванной горной массы

Эксплуатационным показателем взрывной скважины является выход взорванной горной массы с 1 м скважины $V_{п.м.}$.

$$V_{п.м.} = a \cdot b \cdot H/L, \text{ м}^3 \quad (15.14)$$

Выход взорванной горной массы с 1 скважины рассчитывается по формуле $V_{скв}$

$$V_{скв} = V_{п.м.} \cdot L, \text{ м}^3 \quad (15.15)$$

15.4.9 Схемы поверхностного монтажа

Рекомендуемая схема поверхностного монтажа для основного взрывания представлена на **рис.15.1, рис.15.2 и рис.15.3.**

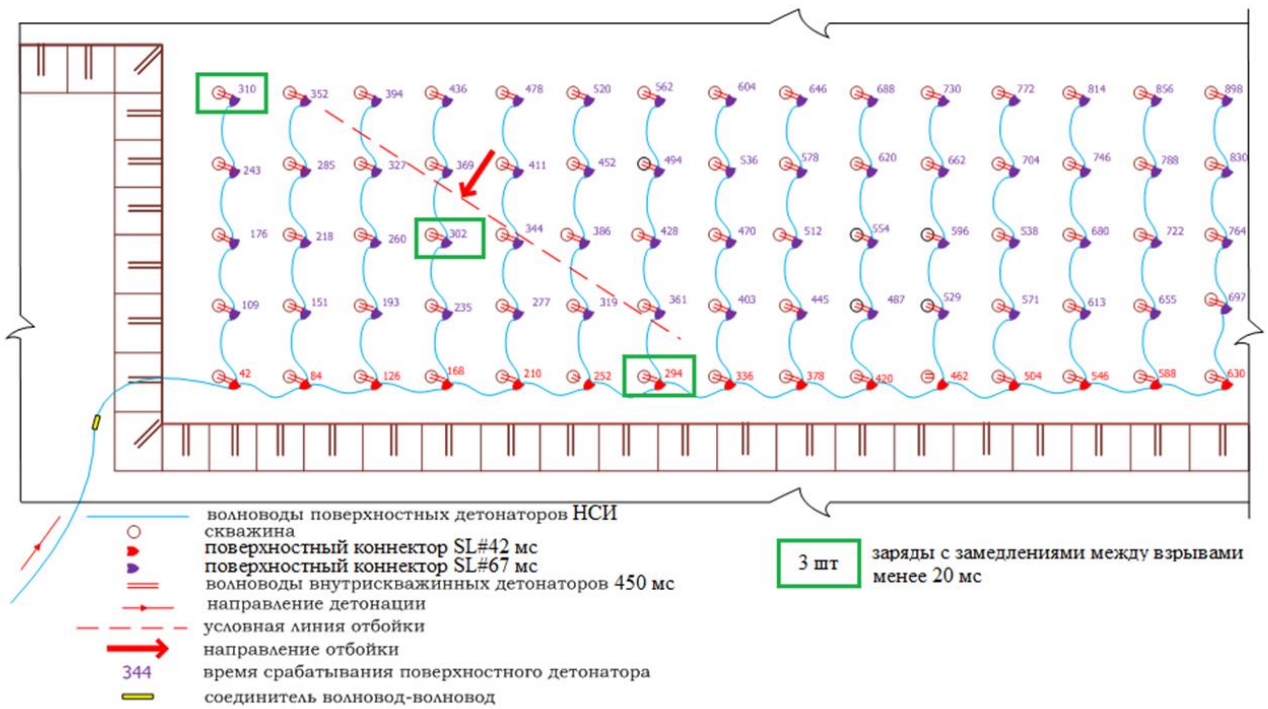


Рисунок 15.1 - Диагональная схема монтажа взрывной сети диагональными рядами и последовательным врубом

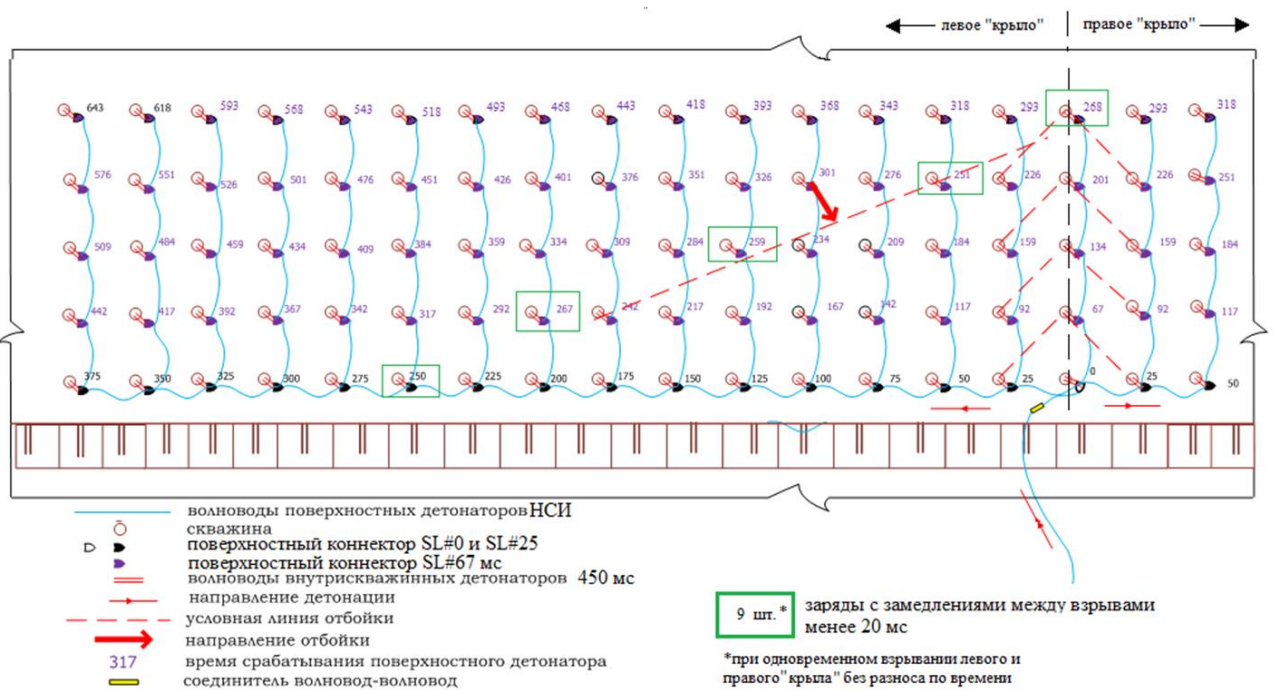


Рисунок 15.2 - Диагональные схемы монтажа взрывной сети с клиновым фланговым (или центральным) врубом

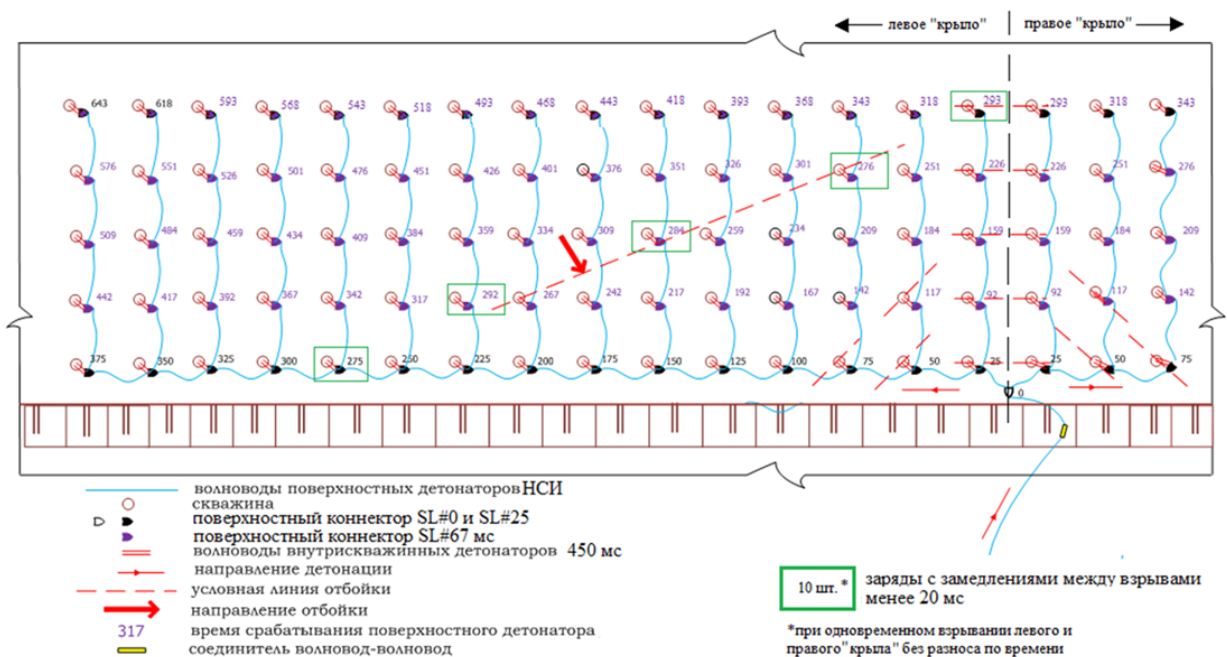


Рисунок 15.3 - Диагональная схема монтажа взрывной сети с трапецевидным фланговым (или центральным) врубом

15.4.10 Параметры ведения взрывных работ. Основное взрывание

Расчёт параметров буровзрывных работ по скважинам различного диаметра с принятым удельным расходом ВВ, для выбранного типа экскаваторов и буровых станков для рудных и вскрышных пород представлен в табл. 15.3.

Таблица 15.3 - Расчёт параметров буровзрывных работ

Наименование показателей	Обозначение	Ед. изм.	Показатели по типам пород и видам взрывания		
			Руда СБШ-250, ВВ Фортис 70	Скальная порода СБШ-250, ВВ Фортис 100	Контурное взрывание Atlas Copco ROC-L8 (аналог СБШ-160Д)
Крепость взрываемых пород по шкале Протодяконова	f	-	18	16	16
Высота уступа	H	м	15	15	30
Угол откоса уступа	α	град.	70	70	65
Угол наклона взрывной скважины	β	град.	90	90	65
Диаметр шарошки бурового станка	$d_{ст}$	м	0,245	0,245	0,140
Коэффициент разбуривания	$K_{разб}$	-	1,02	1,02	1,02
Диаметр скважины (заряда)	$d_{ск}$	м	0,250	0,250	(0,05)
Плотность заряда в скважине	Δ	т/м ³	1,25	1,25	0,9
Удельный расход ВВ	q	кг/м ³	1,45	1,30	1,0
Удельная вместимость взрывной скважины	P	кг/м	61,3	61,3	1,8
Предельная линия наименьшего сопротивления (с.п.п.) расчетная	$W_{расч}$	м	9,3	11,1	-
Линия сопротивления по подошве, обеспечивающая безопасное расположение бурового станка	W_{min}	м	8,5	8,5	-
Расстояние между скважинами в ряду	a	м	5,8	6,2	1,1

Наименование показателей	Обозначение	Ед. изм.	Показатели по типам пород и видам взрывания		
			Руда СБШ-250, ВВ Фортис 70	Скальная порода СБШ- 250, ВВ Фортис 100	Контурное взрывание Atlas Copco ROC-L8 (аналог СБШ- 160Д)
Расстояние между рядами скважин	b	м	5,8	6,2	-
Сетка скважин	$a \times b$	м	5,8 x 5,8	6,2 x 6,2	-
Длина перебура	$l_{пер}$	м	2,0	2,0	1,0
Длина скважины	$l_{скв}$	м	17,0	17,0	34,1
Длина забойки	$l_{заб}$	м	5,0	4,7	2,1
Длина заряда	$l_{зар}$	м	12,0	12,3	32,0
Масса заряда в скважине	Q	кг	735,3	753,7	57
Выход горной массы с 1 погонного метра скважины	$v_{п.м}$	м ³ /п.м	29,6	33,8	-

Следует отметить, что параметры, приведенные в таблице выше, являются расчетными и подлежат корректировке в производственных условиях.

Каждое предприятие, ведущее взрывные работы с применением массовых взрывов, должно иметь типовой проект производства буровзрывных работ. В процессе эксплуатации для каждого взрываемого блока составляется проект массового взрыва, в котором рассчитываются параметры с учетом конкретных условий, сложности массива и прочности пород.

При использовании взрывчатых веществ, отличных от рассматриваемых в настоящем проекте, удельный расход ВВ (кг/м³) устанавливается с учетом переводного коэффициента по работоспособности ВВ.

Приведённые расчётные параметры БВР предназначены для определения в проекте количества бурового оборудования, расхода бурения, трудозатрат и материалов. Параметры подлежат уточнению в производственных условиях.

При изменении удельного расхода ВВ, диаметра скважин, типа применяемого ВВ и других значимых параметров взрывных блоков по результатам проведения опытных взрывов, должен быть произведен пересчет параметров буровзрывных работ.

Для корректировки параметров буровзрывных работ на карьере необходимо:

- детально изучить трещиноватость, обводнённость и взрываемость горных пород;
- сортировать месторождение по категориям взрываемости пород;
- провести опытно-промышленные взрывы, установить параметры БВР по каждой категории взрываемости горных пород и систематизировать их;
- разработать необходимую новую документацию для выполнения БВР по утверждённым новым параметрам.

15.5 Расчёт объёмов бурения и количества буровых станков

Производительности (часовая, сменная, суточная и годовая) бурового станка СБШ-250МНА-32 на основном бурении, а также бурового станка Atlas Copco ROC L8 на вспомогательном бурении (либо аналоги), для условий проектируемого карьера, приводятся в табл. 15.4.

Таблица 15.4 - Расчёт производительности буровых станков СБШ-250МНА-32 и Atlas Copco ROC-L8

Наименование показателей	Ед. изм.	Показатель				
		СБШ-250МНА-32		Atlas Copco ROC L8		
		Руда	Скальная вскрыша	Приконтурное бурение	Контурное бурение	
Диаметр бурового инструмента	мм	245,0	245,0	178,0	140,0	
Продолжительность смены	мин.	720	720	720	720	
Количество смен работы бурового станка в сутки	смен	2	2	2	2	
Время на	подготовительно-заключительную работу	мин.	25	25	25	25
	заправку	мин.	0	0	20	20
	личные надобности	мин.	10	10	10	10
Время при бурении 1 м скважины, при выполнении	основных операций	мин.	6,03	4,90	2,90	2,80
	вспомогательных операций	мин.	1,54	1,54	2,00	2,00
Коэффициенты	климатические (местные) условия	-	0,96	0,96	0,96	0,96
	ведение взрывных работ в течение смены	-	0,97	0,97	0,97	0,97
	наклонное бурение	-	1,00	1,00	1,00	0,95
Количество дней	работы карьера в год	суток	365	365	365	365
	простоев бурового станка в ремонтах	суток	25	25	20	20
	на технологические простои	суток	10	10	10	10
	на холостые переходы	суток	10	10	10	10
	работы бурового станка в год	суток	320	320	325	325
Количество часов производительной работы бурового станка в сутки	час	22,8	22,8	22,2	22,2	
Производительность бурового станка:	часовая	м	7,0	8,3	10,0	10,8
	сменная	м	84	99	120	130
	суточная	м	169	198	240	259
	годовая	км	53,9	63,4	77,9	84,3

С учетом годового объема буровых работ, потребность в буровых станках составит 4 ед. СБШ-250МНА-32 для основного бурения и 1 ед. Atlas Copco ROC L8 (либо аналог) для вспомогательного бурения.

Количество основного и вспомогательного оборудования на I этапе отработки Печегубского месторождения представлено в табл. 17.1.

15.6 Дробление негабарита

В условиях ведения открытых горных работ выход негабарита зависит как от принятого паспорта взрывания, трещиноватости взрываемого массива, так и от того, к какой группе грунтов относятся взрываемые породы. Нормативный выход негабарита для руды принят 3,5%, для скальных пород 2,5%.

Размер негабаритного куска для руды – более 1,1 м, для скальной вскрыши – более 1,6 м.

Ниже, в табл. 15.5 представлен расчёт основных параметров площадки для складирования негабарита при условии укладки его в один слой.

Таблица 15.5 - Расчёт основных параметров площадки для складирования негабарита

Наименование	Ед. изм.	Показатели	
		Руда	Скальная вскрыша
Процент выхода негабарита	%	3,5	2,5
Суточная производительность экскаватора	м ³	8 840	9 440
Объём работы экскаватора за 14 суток	м ³	123 760	132 160
Объём негабарита при взрывании один раз в 14 дней	м ³	4 332	3 304
Высота подступа при 1 проходе экскаватора	м	12,5	
Высота подступа при 2 проходе экскаватора	м	5	
Объём негабарита при 1 проходе экскаватора	м ³	3094	2360
Объём негабарита при 2 проходе экскаватора	м ³	1238	944
Ширина площадки для складирования негабарита	м	2,0	2,0
Высота площадки для складирования негабарита	м	1,5	2,0
Длина площадки для складирования негабарита при 1 проходе	м	1031	590
Длина площадки для складирования негабарита при 2 проходе	м	412	236

Дробление негабарита осуществляется методом шпуровых и накладных зарядов. В зоне стесненных условий дробление негабарита накладными зарядами осуществляется исходя из обеспечений условий безопасности ведения взрывных работ. Допускается дробление негабарита с помощью навесного гидромолота.

Для бурения шпуров на вторичном взрывании предусматривается применение существующих на предприятии перфораторных манипуляторов со встроенным компрессором.

Расход ВВ на дробление негабаритов определён в соответствии с Нормативным справочником по буровзрывным работам (Москва, Недра, 1986 г.).

Удельный расход ВВ на дробление негабаритных кусков шпуровыми зарядами определяется по формуле:

$$Q_q = Q_{qb} \times K_{вв} \times K_d, \quad (15.16)$$

где Q_{qb} – базовый удельный расход негабарита, кг/м³, для негабарита – $Q_{qb} = 480$ кг/1000 м³ (XI группа грунтов по СНиП);

$K_{ВВ}$ – переводной коэффициент для расчёта эквивалентных зарядов ВВ, для аммонита 6ЖВ $K_{ВВ} = 1$;

K_d – коэффициент, учитывающий интенсивность дробления негабаритного куска, зависящий от соотношения длины ребра негабаритного куска H_k и требуемого размера куска после взрыва P_n и рассчитывается по формуле:

$$K_d = 0,5 \times H_k / P_n, \quad (15.17)$$

15.7 Обоснование безопасных расстояний при ведении взрывных работ

15.7.1 Расчёт безопасных расстояний по разлёту кусков горной массы

Расчет безопасных расстояний по разлету кусков горной массы при взрывании скважинных зарядов рыхления проводится в соответствии с разделом XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения».

Согласно п. 784 ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения», расстояние ($r_{\text{разл}}$), опасное для людей по разлету отдельных кусков породы при взрывании скважинных зарядов рыхления, определяется по формуле:

$$r_{\text{разл}} = 1250 \eta_3 \sqrt{\frac{f}{1 + \eta_{\text{заб}}} \times \frac{d}{a}} \text{ м}; \quad (15.18)$$

где η_3 – коэффициент заполнения скважины взрывчатым веществом, равный отношению длины колонки заряда в скважине ($l_{\text{зар}}$) к глубине скважины ($l_{\text{скв}}$);

f – коэффициент крепости пород по шкале проф. М.М. Протодяконова;

$\eta_{\text{заб}}$ – коэффициент заполнения скважины забойкой, равный отношению длины забойки ($l_{\text{заб}}$) к длине верхней, свободной от заряда, части скважины;

a – расстояние между скважинами в ряду или между рядами;

d – диаметр скважины.

$$r_{\text{разл}} = 1250 \times \frac{12,0}{17,0} \times \sqrt{\frac{18}{1+1} \times \frac{0,250}{5,8}} = 549 \text{ м (по руде)}$$

$$r_{\text{разл}} = 1250 \times \frac{12,3}{17,0} \times \sqrt{\frac{16}{1+1} \times \frac{0,250}{6,2}} = 514 \text{ м (по скальной вскрыше)}$$

Радиус опасной зоны по разлёту кусков для людей и механизмов рассчитывается от границы ведения БВР.

Расчёт безопасных расстояний по разлёту кусков горной массы приведён в **табл. 15.6**.

Таблица 15.6 - Расчёт взрывоопасных зон по разлёту кусков для людей

Наименование параметра	Обознач.	Ед. изм.	Значение	
			Руда	Скальная порода
Коэффициент заполнения скважины взрывчатым веществом	η_z		0,705	0,723
Длина скважины	$l_{скв}$	м	17,0	17,0
Длина заряда	$l_{зар}$	м	12,0	12,3
Коэффициент крепости пород по М.М. Протодяконову	f		18	16
Коэффициент заполнения скважины забойкой (при полном заполнении забойкой – 1, при взрывании без забойки – 0)	$\eta_{заб}$		1	1
Диаметр скважины	$d_{скв}$	м	0,250	0,250
Расстояние между скважинами в ряду или между рядами скважин	a	м	5,8	6,2
Расчётный радиус опасной зоны по разлёту кусков породы при взрывании скважинных зарядов рыхления для людей	$r_{разл}$	м	549	514
Принятый проектом радиус опасной зоны по разлёту кусков породы при взрывании скважинных зарядов рыхления для людей	$r_{разл}$	м	550	550

В соответствии с п. 786 ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения» расчётное значение опасного расстояния округляется в большую сторону до значения, кратного 50 м.

В соответствии с геологическим строением обрабатываемого участка, рудное тело располагается практически в центре карьера. Поэтому, радиус опасной зоны по разлёту кусков породы для людей при взрывании скважинных зарядов рыхления на предельном контуре принимается по скальным породам вскрыши и составляет **550 м**.

При принятых проектных параметрах взрывания скважинными зарядами радиус опасной зоны по разлету кусков для оборудования и сооружений определен по методике, предусмотренной в «Технических правилах ведения взрывных работ в энергетическом строительстве» (согласованных Госгортехнадзором России 20.01.97, №08-10/42), раздел 8.2, п.п. 8.2.1-8.2.5:

$$R_{op} = 170k_y \sqrt{\frac{qH}{l_{заб}}} \text{ м}, \quad (15.19)$$

где k_y – коэффициент условий взрывания, принимаемый при многорядном короткозамедленном взрывании, равен 1;

q – удельный расход;

H – высота уступа;

$l_{заб}$ – длина забойки в скважине, при расчёте принимается не менее 0,1 м.

$$R_{op} = 170 \times 0,75 \times \sqrt{\frac{1,45 \times 15}{5,0}} = 266 \text{ м (по руде)}$$

$$R_{op} = 170 \times 0,75 \times \sqrt{\frac{1,3 \times 15}{4,7}} = 260 \text{ м (по скальной вскрыше)}$$

Расчёты сведены в табл. 15.7.

Таблица 15.7 - Расчёт безопасного расстояния по разлёту кусков горной массы для оборудования и сооружений

Наименование параметра	Обознач.	Ед. изм.	Значение	
			Руда	Скальная порода
Радиус опасной зоны по разлёту кусков породы при взрывании скважинных зарядов рыхления для механизмов	$R_{разл}$	м	266	260
коэффициент условий взрывания (при многорядном КЗВ – 0,75)	k_y		0,75	0,75
Удельный расчётный расход ВВ	q		1,45	1,3
Длина забойки	$l_{зab}$	м	5,0	4,7
Высота уступа	H		15	15
Принятый радиус опасной зоны по разлёту кусков для механизмов	$R_{разл}$	м	300	300

При ведении взрывных работ безопасное расстояние обеспечивающее сохранность механизмов зданий и сооружений составит **300 м**.

15.7.2 Расчёт расстояний, безопасных по действию ударной воздушной волны (УВВ)

Расчёт безопасных расстояний по действию ударной воздушной волны взрывов проводится в соответствии с разделом XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения».

Расчет расстояний, безопасных по действию УВВ на человека, рассчитывается на каждый взрыв в паспорте проведения взрывных работ с учетом принятой коммутации, суммарной массы зарядов и интервалов замедления.

Расстояние, безопасное по действию ударной воздушной волны при взрыве на человека определяется по формуле (п. 809 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения»):

$$R_{\min} = 15 \times \sqrt[3]{Q} \quad (15.20)$$

где Q – масса одновременно взрывающейся группы зарядов, кг.

Согласно ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения», определенное по данной формуле расстояние используется для установления максимального приближения персонала, производящего взрывание к месту взрыва. Минимальное безопасное расстояние для людей при взрывных работах на земной поверхности методом наружных зарядов составляет **300 метров**. При дроблении негабарита весь персонал необходимо вывести с территории проведения взрывных работ на минимальное безопасное расстояние равное 300 метров.

При одновременных взрывах скважинных зарядов рыхления безопасные расстояния r_b по действию ударной воздушной волны **на застекление** при взрывании пород VI - VIII

групп по классификации строительных норм определяются в соответствии с п. 804 ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения» по формулам:

$$r_e = 200 \times \sqrt[3]{Q_{\text{э}}}, \text{ м при } 1000 \leq Q_{\text{э}} < 5000 \text{ кг}; \quad (15.21)$$

$$r_e = 65 \times \sqrt{Q_{\text{э}}}, \text{ м при } 2 \leq Q_{\text{э}} < 1000 \text{ кг}; \quad (15.22)$$

$$r_e = 63 \times \sqrt[3]{Q_{\text{э}}^2}, \text{ м при } Q_{\text{э}} \leq 2 \text{ кг}; \quad (15.23)$$

где $Q_{\text{э}}$ – эквивалентная масса заряда, кг.

При взрывании пород IX группы и выше по строительным нормам радиус опасной зоны должен быть увеличен в 1,5 раза, а при взрывании пород V группы и ниже радиус опасной зоны может быть уменьшен в 2 раза.

Для группы из N скважинных зарядов (длиной не менее 12 своих диаметров), взрывааемых одновременно, эквивалентная масса $Q_{\text{э}}$ скважинных зарядов может быть определена по формуле:

$$Q_{\text{э}} = 12 \cdot P \cdot d \cdot K_3 \cdot N, \text{ кг} \quad (15.24)$$

где P – вместимость взрывчатых веществ 1 м скважины, кг;

d - диаметр заряда, м;

K_3 – коэффициент, значение которого зависит от отношения длины забойки $l_{\text{заб}}$ к диаметру заряда d (при отсутствии забойки - зависит от отношения длины свободной от заряда части скважины к d) и принимается по таблице (п. 804 ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения»).

N – количество скважинных зарядов в группе, взрывааемых одновременно.

Параметры для расчёта опасной зоны по действию УВВ на застекление приведены в табл. 15.8.

Таблица 15.8 - Параметры для расчёта опасной зоны по действию УВВ на застекление

Наименование параметра	Обознач.	Ед. изм.	Значение	
			Руда	Скальная порода
Расстояние, безопасные по действию УВВ с учётом коэффициентов.	r_e	м	320	320
Эквивалентная масса заряда	$Q_{\text{э}}$	кг	1,84	1,84
Вместимость скважины	P	кг/п. м	61,3	61,3
Диаметр скважины	$d_{\text{скв}}$	м	0,250	0,250
Коэффициент, значение которого зависит от отношения длины забойки $l_{\text{заб}}$ к диаметру скважины $d_{\text{скв}}$.	K_3	-	0,002	0,002
Отношение длины забойки к диаметру скважины	$l_{\text{заб}}/d_{\text{скв}}$	-	20	19
Длина забойки	$l_{\text{заб}}$	м	5,0	4,7
Максимальное число скважин в одной группе	$N_{\text{гр}}$	шт.	5	5
Коэффициент для пород IX группы и выше по строительным нормам	k_n	-	1,5	1,5
Коэффициент для взрывов при отрицательной температуре.	$K_{\text{отриц}}$		1,5	1,5

Наименование параметра	Обознач.	Ед. изм.	Значение	
			Руда	Скальная порода
Коэффициент интервала замедления	$k_{зам}$		1,5	1,5

Безопасное расстояние по действию воздушной волны на застекление (гв) в условиях Печегубского карьера принимается равным **320 м**.

При проведении взрывов вблизи охраняемых объектов возможны следующие меры по уменьшению воздействия УВВ: уменьшение массы одновременно взрывааемых зарядов ВВ (раздельное поскважинное взрывание, уменьшение колонки заряда ВВ, уменьшение количества рядов скважин), изменение направления взрывной отбойки, применение забойки не заряжаемой части скважин.

15.7.3 Расчёт безопасных расстояний по сейсмическому действию взрыва

Безопасные расстояния для здания и сооружений по сейсмическому действию при одновременном взрывании N зарядов взрывчатых веществ общей массой Q со временем замедления между взрывами каждого заряда не менее 20 мс определяется в соответствии с п. 794 раздела XII ФНИП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения» по следующей формуле:

$$r_c = \frac{K_\Gamma \cdot K_c \cdot \alpha}{\sqrt[4]{N}} \cdot \sqrt[3]{Q} \quad (15.25)$$

где r_c – расстояние от места взрыва до охраняемого здания и сооружения, м;

K_Γ – коэффициент, зависящий от свойств грунта в основании охраняемого здания (сооружения), $K_\Gamma = 8$

K_c – коэффициент, зависящий от типа здания (сооружения), $K_c = 1,0$;

α – коэффициент, зависящий от условий взрывания, $\alpha = 2$;

Q – Общая масса ВВ, взрывааемая в блоке, кг.

N – Количество групп зарядов

Расчёт безопасных расстояний по сейсмическому действию взрыва приведён в **табл. 15.9**.

Таблица 15.9 - Расчёт безопасных расстояний по сейсмическому действию

Наименование параметра	Обознач.	Ед. изм.	Значение	
			Руда	Скальная порода
Безопасное расстояние по сейсмическому воздействию с учетом взрывания в водонасыщенных грунтах	r_c	м	370	395
Коэффициент, зависящий от свойств грунта	k_Γ		8	8
Коэффициент, зависящий от типа здания (сооружения) и характера застройки	k_c		1	1
Коэффициент, зависящий от условий взрывания	α		2	2
Масса заряда	$Q_{ВВ}$	кг	79 527	144 802
Число зарядов в группе	N	шт	10	10

Безопасное расстояние по сейсмическому воздействию взрывов в соответствии с принятыми параметрами БВР составляет **395 м**.

Приведенное определение безопасных расстояний относится к зданиям, находящимся в удовлетворительном техническом состоянии. Условия взрывания, не предусмотренные п. 792-795 раздела XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения», и такие факторы, как направленность сейсмического действия группы зарядов большой протяженности, наличие повреждений зданий при повторяющихся взрывах, особенности сейсмического действия мощных (1000 т взрывчатых веществ и более) взрывов, следует определять с привлечением специализированных организаций.

При проведении взрывов вблизи охраняемых объектов возможны следующие меры по уменьшению сейсмического воздействия:

- уменьшение массы одновременно взрываемых зарядов ВВ (раздельное - поскважинное взрывание);
- уменьшение колонки заряда ВВ, уменьшение количества рядов скважин;
- изменение направления взрывной отбойки и др.

В сводном виде результаты расчетов безопасных расстояний при производстве взрывных работ приведены в **табл. 15.10**.

Таблица 15.10 - Безопасные расстояния при ведении взрывных работ

Наименование		Показатели
По разлету отдельных кусков породы для	людей	550 м
	машин, механизмов, зданий и сооружений	300 м
По действию ударной воздушной волны	на остекление	320 м
По сейсмическому воздействию на здания и сооружения		395 м

15.8 Параметры ведения взрывных работ в зоне стесненных условий

При ведении взрывных работ на рассматриваемом объекте имеются следующие ограничения:

1. В непосредственной близости от месторождения расположен участок Октябрьской железной дороги РЖД.
2. Месторождение пересекает линейный объект ПАО «МРСК Северо-Запада» (ЛЭП-110 кВ).

В рамках реализации инвестиционного проекта, направленного на разработку Печегубского месторождения, в настоящее время разрабатывается проектная документация по переносу ЛЭП.

Для обеспечения безопасности участка железной дороги при проведении взрывных работ в Карьере №2 и южного участка Карьера №1 разработаны дополнительные параметры ведения взрывных работ в зоне стеснённых условий.

Использование современных средств неэлектрического инициирования зарядов ВВ позволяет проводить направленное взрывание с минимальным разлётом кусков горной массы в сторону охраняемых сооружений. Опасная зона по разлёту кусков для людей при ведении взрывных работ скважинных зарядов составляет минимальное значение равное 200 метрам, согласно ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения» прил. 21.

Зона ведения буровзрывных работ с щадящими параметрами представлены на **черт. П12179-00-200-ТОР (07).**

Исходя из горно-геологических условий эксплуатации Печегубского месторождения прослеживаются следующие основные геологические группы пород:

1. Гнейс биотитовый / гнейс лейкократовый;
2. Рудный кварцит / железистый кварцит.

Данные группы имеют четкие границы разделения и распределены по месторождению достаточно неравномерно, имеют различные физико-механические свойства **табл. 15.11**, принимаемые к расчету параметров БВР.

Таблица 15.11 - Физико-механические свойства пород в зоне стеснённых условий

№ п/п	Наименование параметра	Обознач.	Ед. изм.	Гнейс биотитовый / гнейс лейкократовый	Рудный кварцит / железистый кварцит
1.	Число уступов, разрабатываемых одновременно в области стесненных условий	$N_{уст.}$	шт.	1-2	1-2
2.	Полезное ископаемое	<i>Рудный кварцит / железистый кварцит</i>			
3.	Категория трещиноватости (степень трещиноватости) по МКВД			III (Среднетрещ.)	II (Сильнотрещ.)
4.	Предел прочности горных пород на одноосное сжатие	$(\sigma_{сж.})$	МПа	160,7	170,5
5.	Высота разрабатываемого уступа	$H_{уст.}$	м	15	15
6.	Плотность полезного ископаемого (средняя)	ρ	т/м ³	2,77	3,31
7.	Коэффициент крепости полезного ископаемого по шкале проф. М.М. Протодяконова	f	-	16	18
8.	Категория пород по буримости			XVI	XVIII
9.	Взрываемость пород, категория (класс по взрываемости)			IV категория – крепкие, трудновзрываемые	V категория – очень крепкие, весьма трудновзрываемые
10.	Коэффициент разрыхления горной массы	k_p		1,5	1,6

№ п/п	Наименование параметра	Обознач.	Ед. изм.	Гнейс биотитовый / гнейс лейкократовый	Рудный кварцит / железистый кварцит
11.	Насыпная плотность исходной горной массы	$\rho_{исх}$	т/м ³	1,84	2,06
12.	Средний размер отдельности в массиве	b	м	0,4х0,5х0,6	0,2х0,3х0,2
13.	Размер кондиционного куска (размер габарита длиной ребра наибольшего измерения)	l_n	м	1,6	1,1
14.	Метод разрушения горных пород при бурении скважин	механический			
15.	Бурение скважин предусматривается производить буровым станком Atlas Copco ROC L8 и СБШ-250МН (либо аналоги)				
16.	К применению предусмотрены ЭВВ совместно с НСИ				
17.	Обводненность скважин	до 50%			
18.	Режим работы карьера – круглогодичный при непрерывной рабочей неделе, суточный режим работы - 2-х сменный с продолжительностью смены 12 часов каждая. Время производства взрывных работ в светлое время суток по графику				

В этой связи, возникает необходимость районирования участков ведения взрывных работ в зоне стесненных условий по геологическим группам с индивидуальными расчетными параметрами. Данные параметры буровзрывных работ направлено на обеспечение безопасной эксплуатации железной дороги сообщением «Санкт-Петербург – Мурманск». Расчет параметров буровзрывных работ по усредненным показателям в зоне стеснённых условий не обеспечивает безопасного ведения буровзрывных работ.

15.8.1 Расчетный удельный расход

Приведенный ниже расчёт удельного расхода, выполненный по методике В.А. Кузнецова, учитывает современные требования к качеству взрывной отбойки горной массы и основан на результатах анализа базовой методики расчёта Б.Н. Кутузова-В.К. Рубцова, а также согласуется с фактическим удельным расходом ЭВВ.

$$q = 0,4 \times (\gamma \times d_e)^{0,5} \times (f \times d)^{0,33} / (d_n \times e), \text{ кг/м}^3 \quad (15.26)$$

где: γ – плотность породы, т/м³;

d_e – диаметр средней естественной отдельности в массиве, м

f – коэффициенту крепости пород;

d – диаметр заряда по долоту, м;

d_n – размер негабарита, м;

e – относительная работоспособность ВВ, определяемая отношением теплоты взрыва используемого ВВ к теплоте взрыва эталонного ВВ, в качестве которого, согласно методике расчета, необходимо принять ВВ с теплотой взрыва $Q_э = 1000$ ккал/кг = 4,2 МДж/кг, $e = Q/Q_э$.

При необходимости использования в расчетах фактического удельного расхода ВВ, последний принимается по фактическим показателям для карьера в зависимости от горно-

геологических условий и типа применяемых ВВ и уточняется при разработке типового проекта производства буровзрывных работ.

15.8.2 Расчёт линии сопротивления по подошве

Линия сопротивления по подошве (W) - расстояние от оси скважины до открытой поверхности уступа на уровне отметки его нижней площадки (подошвы). Улучшение дробления достигается за счет снижения фактического значения W , а также соударения разлетающихся масс разрушенной породы.

По величине расчетного удельного расхода ВВ и вместимости скважины принятого диаметра для каждой из групп пород рассчитываются типовые параметры расположения зарядов.

При известном диаметре скважин предельное значение линии сопротивления по подошве (W_n), преодолеваемое зарядами первого ряда скважин рассчитывается по формуле (м):

$$W_n = 53k_t d_3 \sqrt{\Delta/e\gamma} (1,6 - 0,5m), \text{ м} \quad (15.27)$$

где: k_t – коэффициент трещиноватости, равный для трещиноватых пород 1,1, сильнотрещиноватых пород 1,2;

d_3 – диаметр заряда, м;

e – коэффициент работоспособности;

γ – плотность пород, т/м³;

m – коэффициент сближения.

С учетом взаимодействия смежных зарядов расчетная величина W определяется из выражения:

$$W = 0,9 \cdot \sqrt{P/q}, \text{ м} \quad (15.28)$$

где: q – расчетный удельный расход, кг/м³;

P – вместимость скважины, кг/м.

Вместимость скважин в зависимости от ее диаметра и плотности заряжания ВВ рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{\pi d_3^2}{4} \Delta, \text{ кг/н.м.} \quad (15.29)$$

где: Δ – плотность заряжания ВВ, кг/м³.

Для вертикальных скважин расчетное значение W_{Π} проверяется на условие безопасного расположения бурового станка при бурении первого ряда скважин:

$$\begin{aligned} Wn &\geq Wn_{\delta} \\ Wn_{\delta} &= H_y \operatorname{ctg} \alpha + c, \text{ м} \end{aligned} \quad (15.30)$$

где: Wn_{δ} – линия сопротивления по подошве, обеспечивающая безопасное расположение бурового станка, м;

H_y – высота уступа, м;

α – угол откоса уступа, градус

$c = 2$ м – минимальное безопасное расстояние до верхней бровки уступа для станка с выносным буровым агрегатом, для станка типа СБШ-250 МН $c = 3$ м.

15.8.3 Сетка скважин

Скважины на взрывном блоке будут располагаться по квадратной, прямоугольной сетке или в шахматном порядке на расчетном расстоянии друг от друга. Исходя из значения линии сопротивления по подошве, принимаем сетку скважин, где расстояния между скважинами в ряду a и между рядами скважин b .

Расстояние b (м) между рядами скважин:

$$b = K_1 \cdot W, \text{ м} \quad (15.31)$$

где: $K_1 = 0,55 \div 1,1$.

Коэффициент K_1 принимается равными 1, тогда $b = W$.

Расстояние a (м) между скважинами в ряду:

$$a = m \cdot b, \text{ м} \quad (15.32)$$

Для равномерного распределения ВВ в массиве горных пород в зоне ведения взрывных работ в стесненных условиях рекомендуется значения m принимать более 1.

15.8.4 Величина перебура

Глубина скважины L принимается исходя из суммы значений высоты уступа и величины перебура $l_{пер}$, необходимой для проработки подошвы:

$$L = H + l_{пер}, \text{ м} \quad (15.33)$$

$l_{пер}$ – величина перебура, м.

Величину перебура рекомендуется принимать от 10 до 15 диаметров заряда.

В тех случаях, когда величина линии сопротивления по подошве W приближается к своему предельному значению, глубину перебура у вертикальных скважинных зарядов 1-го ряда целесообразно увеличить на 20-30 % для обеспечения более надежной проработки подошвы уступа.

15.8.5 Длина забойки

Величина забойки $l_{заб}$ устанавливается на основе анализа структуры (блочности) разрабатываемого массива пород в верхней части уступа, требуемой степени дробления горной массы, радиуса опасной зоны.

Для обеспечения минимальной ширины развала при известном диаметре скважин величину забойки рекомендуется принимать в диапазоне $(25-30) \times d_{зар}$.

Исходя мировой практики, в качестве забоечного материала рекомендуется применение щебня с максимальной крупностью 10-15% диаметра скважины (20-30 мм) для обеспечения лучшего запираения и удерживания взрывных газов по сравнению с относительно мелкой буровой мелочью.

15.8.6 Длина заряда

Длина сплошного заряда (для взрывания всех групп пород при опасной зоне равной 450 м) определяется:

$$l_{зар} = L - l_{заб} \quad (15.34)$$

Конструкция с рассредоточенной колонкой заряда принимается в случаях ведения взрывных работ в зоне стесненных условий. Данная конструкция способна уменьшить безопасное расстояние за счет снижения заполнения скважины взрывчатым веществом.

Длина рассредоточенного заряда (для взрывания всех групп пород в зоне стесненных условий при опасной зоне менее 350 м) определяется из условия соблюдения безопасного ведения взрывных работ по разлету отдельных кусков породы

$$l_{зар} = \frac{r_{разл} \cdot l_{скв}}{1250 \cdot \sqrt{\frac{f}{1 + \eta_{заб}} \cdot \frac{d}{a}}}, \text{ м} \quad (15.35)$$

где: $r_{разл}$ – допустимый радиус опасной зоны по разлету отдельных кусков породы, м;
 f – коэффициент крепости;

$\eta_{заб}$ – коэффициент заполнения скважины забойкой. Рассчитывается как отношение длины забойки $l_{заб}$ (м) к длине свободной от заряда верхней части скважины l_n (м). В расчетах принимается значение данного коэффициента, **равное 1** ввиду взрывания с забойкой, размещенной во всем объеме и по всей длине свободной от заряда верхней части скважины.

15.8.7 Масса заряда в скважине

Масса заряда в скважине определяется исходя из выражения плотности (5) и длины заряда (10):

$$Q_z = l_{зар} \cdot P, \text{ кг} \quad (15.36)$$

15.8.8 Длина инертного промежутка

Длина инертного промежутка между рассредоточенными зарядами определяется по формуле:

$$l_{пр.} = L - l_{зар} - l_{заб} \leq R, \text{ м}, \quad (15.37)$$

где: R – радиус дробления скважинных зарядов, м.

Радиус дробления скважинных зарядов определяется по формуле:

$$R = 32 \cdot d_3 \cdot \sqrt[3]{\frac{d_k}{\bar{a} \cdot M \cdot d}} \cdot \sqrt{e \cdot \Delta} \cdot F(\bar{L}), \text{ м} \quad (15.38)$$

где: d_k – кондиционный размер куска, м;

\bar{a} – среднее расстояние между трещинами, м (табл. 15.12);

M – группа по классификации СНиП;

e – работоспособность ВВ;

Δ – плотность ВВ;

$F(\bar{L})$ – поправка, учитывающая относительную длину (в диаметрах) скважинных зарядов $\bar{L} = L/d$ (табл. 15.13).

Таблица 15.12 - Значение среднего расстояния между трещинами

Категория трещиноватости по МКВД	I	II	III	IV	V
\bar{a} , м	0,05	0,3	0,75	1,25	1,75

Таблица 15.13 - Значение поправки, учитывающей относительную длину (в диаметрах) скважинного заряда

\bar{L}	10	15	20	25	30	40 и более
$F(\bar{L})$	0,71	0,78	0,84	0,89	0,93	1,0

15.8.9 Выход взорванной горной массы

Эксплуатационным показателем взрывной скважины является выход взорванной горной массы с 1 м скважины $V_{н.м.}$.

$$V_{н.м.} = a \cdot b \cdot H/L, \text{ м}^3 \quad (15.39)$$

Выход взорванной горной массы с 1 скважины рассчитывается по формуле $V_{скв}$

$$V_{скв} = V_{н.м.} \cdot L, \text{ м}^3 \quad (15.40)$$

15.8.10 Конструкции скважинных зарядов

Принимается сплошные и рассредоточенные колонковые вертикальные и наклонные скважинные заряды рыхления. Конструкции скважинных зарядов представлены на **рис.15.4** и **рис.15.5**.

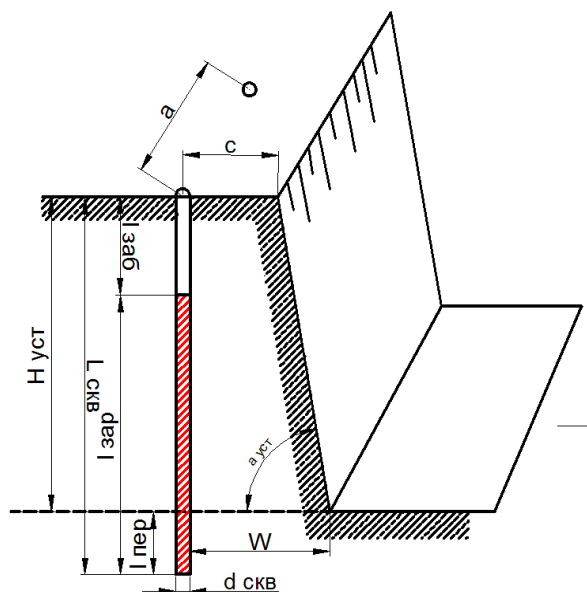


Рисунок 15.4 - Конструкция
сплошного
скважинного заряда

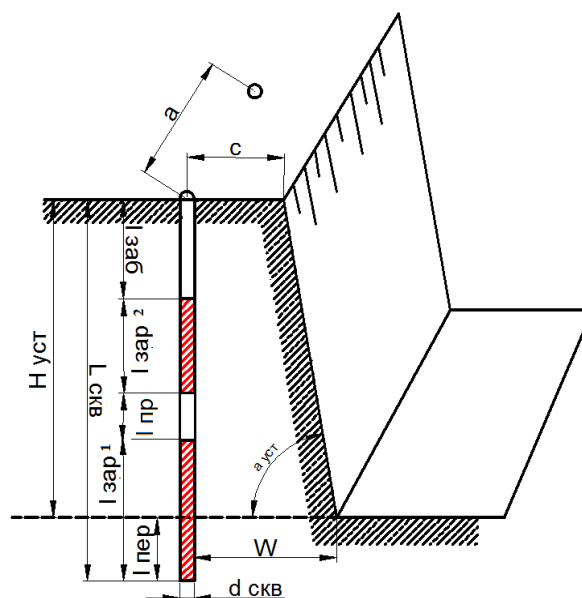


Рисунок 15.5 - Конструкция скважинного заряда
с инертным промежутком

15.8.11 Обоснование безопасных расстояний при ведении взрывных работ в зоне стеснённых условий

Для обеспечения безопасности людей, машин и сооружений при производстве взрывных работ устанавливаются границы опасной зоны. Расстояние от крайней скважины взрываемого блока до границ опасной зоны называется радиусом опасной зоны.

Радиус опасной зоны на карьере при производстве взрывных работ методом скважинных (шпуровых) зарядов рыхления определяются по следующим факторам:

- по разлету отдельных кусков породы (для людей и механизмов);
- по сейсмическому воздействию;
- по действию ударной воздушной волны (УВВ);
- по действию ядовитых газов.

За безопасное расстояние необходимо принимать наибольшее из установленных значений по поражающим факторам. Расчетное значение безопасного расстояния округляется в большую сторону до значения, кратного 50 м.

15.8.12 Расчёт безопасных расстояний по разлёту кусков горной массы

Расчет безопасных расстояний по разлету кусков горной массы при взрывании скважинных зарядов рыхления проводится в соответствии с разделом XII ФНиП «Правила

безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения».

Согласно п. 784 ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения», расстояние ($r_{\text{разл}}$), опасное для людей по разлету отдельных кусков породы при взрывании скважинных зарядов рыхления, определяется по формуле:

$$r_{\text{разл}} = 1250\eta_3 \sqrt{\frac{f}{1+\eta_{\text{заб}}} \times \frac{d}{a}} \text{ м}; \quad (15.41)$$

где: η_3 – коэффициент заполнения скважины взрывчатым веществом;

$\eta_{\text{заб}}$ – коэффициент заполнения скважины забойкой;

$\eta_3 = l_3 / L$, где l_3 – длина заряда в скважине, м; L – глубина скважины, м;

$\eta_{\text{заб}} = l_{\text{заб}} / l_n$, где $l_{\text{заб}}$ – длина забойки скважин, м; l_n – длина свободной от заряда верхней части скважины, м;

f – коэффициент крепости пород по шкале проф. М.М. Протодяконова;

a – расстояние между скважинами, м.

Ввиду районирования горных пород по горизонтам и выделения отдельных взрывных участков согласно геологическим разновидностям, для каждого участка принято максимальное значение коэффициента крепости грунта при расчете безопасных расстояний по разлету отдельных кусков породы.

При определении расстояния $r_{\text{разл}}$, опасного для людей по разлету кусков породы при взрывании серии скважинных зарядов одинакового диаметра с переменными параметрами a , η_3 , $\eta_{\text{заб}}$ расчет безопасного расстояния произведен по наименьшим значениям a , $\eta_{\text{заб}}$ и наибольшему η_3 из всех имеющихся в данной серии.

При взрывании параллельно сближенных (кустов, пучков) скважинных зарядов диаметром d принимается их эквивалентный диаметр:

$$d_3 = d \sqrt{N_c} \quad (15.42)$$

где: N_c – число параллельно сближенных скважин в кусте.

В соответствии с пунктом п. 785 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения», если в каком-либо направлении граница опасной зоны проходит по уклону, необходимо учесть возможное скатывание отдельных кусков породы и увеличить в этом направлении безопасное расстояние по разлету отдельных кусков породы.

Для обеспечения безопасной эксплуатации железной дороги сообщением «Санкт-Петербург – Мурманск» разлет отдельных кусков породы рассчитан согласно п. 785 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения». При производстве взрывных работ в условиях превышения верхней отметки взрываемого участка **над участками границы опасной зоны** более чем на 30 м размеры опасной зоны в направлении вниз по склону должны быть увеличены. Охраняемые объекты не входят в границы **опасной зоны**. Максимальное превышение верхней отметки взрываемого участка (**гор +150**) над участком границы опасной зоны имеет максимальное значение, равное 16 м. Отработка вскрышных пород выше горизонта +150 м на данном участке осуществляется без применения БВР.

Безопасные расстояния по разлету отдельных кусков породы (м) для данного участка рассчитано по формуле:

$$R_{разл} = r_{разл} \cdot K_p, \text{ м} \quad (15.43)$$

где: $R_{разл}$ – опасное расстояние по разлету отдельных кусков породы, м;
 K_p – коэффициент, учитывающий особенности рельефа местности.

В связи с отсутствием возможности чёткого установления угла рельефа местности в сторону уклона, коэффициент, учитывающий особенности рельефа местности по известным превышениям места взрыва над границей опасной зоны находится по формуле:

$$K_p = 0,5 \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{4 \cdot H}{r_{разл}}} \right), \text{ м} \quad (15.44)$$

где: H – превышение верхней отметки взрываемого участка над участком границы опасной зоны, м.

Приведем пример расчета безопасного расстояния для данного участка

$$K_p = 0,5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 + \frac{4 \cdot 16}{182}} \right) = 1,081 \quad (15.45)$$

$$R_{разл} = 182 \cdot 1,081 = 197$$

Округляем до 50 м в большую сторону и получаем безопасное расстояние равное 200 м.

При принятых проектных параметрах взрывания скважинными зарядами радиус опасной зоны по разлету кусков для оборудования и сооружений определен по методике, предусмотренной в «Технических правилах ведения взрывных работ в энергетическом строительстве» (согласованных Госгортехнадзором России 20.01.97, №08-10/42), раздел 8.2, п.п. 8.2.1.-8.2.5:

$$R_{\text{оп}} = 170k_y \sqrt{\frac{qH}{l_{\text{заб}}}} \text{ м}, \quad (15.46)$$

где: $r_{\text{мех}}$ – радиус опасной зоны для сооружений и механизмов;

k_y – коэффициент условий взрывания, при короткозамедленном взрывании коэффициент $k_y = 0,75$;

q – удельный расход ВВ, кг/м³;

H – высота уступа, м;

$l_{\text{заб}}$ – длина забойки, м.

15.8.13 Расчёт безопасных расстояний по сейсмическому действию взрыва в зоне стеснённых условий

При взрывании групп зарядов с замедлениями между взрывами в отдельной группе менее 20 мс каждую такую группу следует рассматривать как отдельный заряд с общей массой для группы. При одновременном взрывании N групп зарядов ВВ общей массой Q со временем замедления между взрывами каждой группы зарядов менее 20 мс безопасное расстояние определяется по формуле, указанной в пункте 794 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения»:

$$r_c = \frac{K_r K_c \alpha}{\sqrt[4]{N}} \times \sqrt[3]{Q}, \text{ м} \quad (15.47)$$

где: N – количество групп зарядов ВВ общей массой Q , взрываемых одновременно с помощью КЗВ (определяется делением общего количества зарядов на взрываемом блоке на число зарядов N одной группы, взрываемых одновременно);

r_c – расстояние от места взрыва до охраняемого здания (сооружения), м;

K_r – коэффициент, зависящий от свойств грунта в основании охраняемого здания (сооружения), $K_r = 8$ (скальные породы, нарушенные, неглубокий слой мягких грунтов на скальном основании согласно п. 792 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения»);

K_c – коэффициент, зависящий от типа здания (сооружения) характера застройки, $K_c = 1,0$ (одиночные здания и сооружения производственного назначения с железобетонным или металлическим каркасом согласно п. 792 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения»);

α – коэффициент, зависящий от условий взрывания, $\alpha = 1,0$ (взрыв на рыхление

согласно п. 792 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения»; Согласно п. 792 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения» с учетом возможного водонасыщения грунтов, значение коэффициента α следует увеличивать в 1,5 – 2 раза. Согласно Техническому заданию на месторождении присутствуют скважины с обводнением до 50 процентов. **К расчету принято максимальное увеличение значения коэффициента α равное 2.**

Q – общая масса зарядов, кг.

При взрывании групп зарядов с замедлениями между взрывами в отдельной группе менее 20 мс каждую такую группу следует рассматривать как отдельный заряд с общей массой. Максимальное одновременно взрываемое число скважин в интервале до 20 мс, согласно рекомендуемым схемам поверхностного монтажа (рис. 3.8-3.10, стр.50-51), варьируется от 3 до 10 скважин. В зоне стесненных условий для обеспечения требуемого безопасных расстояний по сейсмическому воздействию к применению предусмотрены:

Диагональная схема монтажа взрывной сети диагональными рядами и последовательным врубом (рис.15.6) для зон 200 м, 250 м, 300 м, 350 м, 400 м, 450м.;

Диагональная схема монтажа взрывной сети с клиновым фланговым (или центральным) врубом (рис.15.7) для зон 200 м, 250 м, 300 м, 450 м;

Диагональная схема монтажа взрывной сети с трапециевидным фланговым (или центральным) врубом (рис.15.8) для зон 200 м, 250 м, 300 м, 450 м. В таблице указаны зоны и схемы поверхностного монтажа, предусмотренные к применению по каждой зоне.

В связи с увеличением высоты обрабатываемого уступа на этих участках 350 м и 400 м до 15 м, увеличением диаметра скважин до 250 мм и, как следствие, приводящее к увеличению единовременной массы заряда в серии, взрывание по указанным схемам коммутации не предусматривается к применению.

Применение схем монтажа в зависимости от радиуса опасной зоны, высоты уступа и диаметра скважин представлена в табл. 15.14.

Таблица 15.14 - Применение схем монтажа в зависимости от радиуса опасной зоны, высоты уступа и диаметра скважин

№ П.П.	Наименование схемы коммутации взрывной сети	Максимальное число скважин в группе	200 м	250 м	300 м	350 м	400 м	450 м
	Высота уступа, предусмотренного к отработке		7,5 м	7,5 м	7,5 м	15 м	15 м	15 м
	Диаметр скважин		140мм	140мм	140мм	250мм	250мм	250мм
1.	Диагональная схема монтажа взрывной сети диагональными рядами и	3 шт.	+	+	+	+	+	+

№ П.П.	Наименование схемы коммутации взрывной сети	Максимальное число скважин в группе	200 м	250 м	300 м	350 м	400 м	450 м
	Высота уступа, предусмотренного к отработке		7,5 м	7,5 м	7,5 м	15 м	15 м	15 м
	Диаметр скважин		140мм	140мм	140мм	250мм	250мм	250мм
	последовательным врубом							
2.	Диагональная схемы монтажа взрывной сети с клиновым фланговым (или центральный) врубом	9 шт.	+	+	+	-	-	+
3.	Диагональная схема монтажа взрывной сети с трапециевидным фланговым (или центральный) врубом	10 шт.	+	+	+	-	-	+

где: «+» - схема коммутации предусмотрено к применению;

«-» - схема коммутации не предусмотрено к применению.

Исходя из объема выхода горной массы с одной скважины для обеспечения требуемого объема необходимое количество скважин на блок составит:

$$N = V_{\text{бл}} / V, \text{ шт} \quad (15.48)$$

$V_{\text{бл}}$ – объем, требуемый для недельной обеспеченности экскаватора, м³;

V – выход ворванной горной массы с одной скважины, м³.

15.8.14 Расчёт безопасных расстояний по действию ударной воздушной волны в зоне стеснённых условий

Определение расстояний, безопасных по действию ударной воздушной волны (УВВ) на застекление зданий и сооружений, произведено по методике указанной в п. 804 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения»:

$$r_g = 200 \times \sqrt[3]{Q_3}, \text{ м при } 1000 \leq Q_3 < 5000 \text{ кг}; \quad (15.49)$$

$$r_g = 65 \times \sqrt{Q_3}, \text{ м при } 2 \leq Q_3 < 1000 \text{ кг}; \quad (15.50)$$

$$r_g = 63 \times \sqrt[3]{Q_3^2}, \text{ м при } Q_3 \leq 2 \text{ кг}, \quad (15.51)$$

где: r_g – безопасное расстояние по действию УВВ по эквивалентной массе заряда, м;

Q_3 – эквивалентная масса заряда, кг.

Эквивалентная масса зарядов для группы из N скважинных зарядов (длиной более 12 своих диаметров), взрывааемых одновременно (одной группы при КЗВ).

$$Q_3 = 12 \times P \times d \times K_3 \times N, \text{ кг}, \quad (15.52)$$

где: P – вместимость взрывчатых веществ в 1 м скважины, кг/м;

d_c – диаметр скважины, м; $d_s = d\sqrt{N_c}$;

N – число зарядов одной группы, взрываемых одновременно.

Согласно рекомендуемым схемам инициирования зарядов максимальное количество скважин, взрываемых за серию до 20 мс будет равно 4 шт. (например, скважины 7 – 10 при схеме с фланговым трапецеидальным врубом, или скважины 22-25 при схеме с центральным трапецеидальным врубом);

K_3 – коэффициент, зависящий от отношения длины забойки и диаметра скважины, рассчитывается как $l_{заб} / d_{скв}$ и согласно полученному значению выбирается согласно п. 804 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения» **табл. 15.15.**

При применении в поверхностной сети НСИ $Q_{ду} = 0$.

Таблица 15.15 - Значение поправки, учитывающей относительную длину (в диаметрах) скважинного заряда

$l_{заб} / d_{скв}$	0	5	10	15	20
K_3	1	0,15	0,02	0,003	0,002

Руководствуясь ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения» расчетное безопасное расстояние по действию УВВ на застекление зданий и сооружений, рассчитанное по формулам, должно быть увеличено при взрывании в условиях отрицательных температур, при взрывании пород IX группы и выше, при использовании интервалов замедления от 10 до 20 мс при КЗВ.

В этой связи расчетное безопасное расстояние по действию УВВ на застекления зданий и сооружений, с учетом вышеизложенных факторов, будет рассчитываться из выражения:

$$R_g = r_g \cdot k_t \cdot k_{кзв} \cdot k_{зр}, \text{ м} \quad (15.53)$$

r_g – расчетное безопасное расстояние по действию УВВ на застекление;

k_t – коэффициент, учитывающий производство взрывных работ при отрицательной температуре воздуха, $k_t=1,5$ (согласно п. 807 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения»);

$k_{зр}$ – коэффициент, учитывающий группу пород. Согласно п. 804 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения» при взрывании пород IX группы и выше радиус опасной зоны, должен быть увеличен в 1,5 раза. К расчету принимаем $k_{зр} = 1,5$ для всех выделенных геологических групп пород.

$k_{КЗВ}$ – коэффициент, зависящий от интервалов замедления при КЗВ, $k_{КЗВ} = 2$ (для интервала замедления от 10 до 20 мс).

В зоне стесненных условий разделка негабарита осуществляется методом шпуровых и накладных зарядов. Использование накладных зарядов при разделке негабарита допустимо при удалении от максимальной границы опасной зоны на 300 метров. При применении метода накладных зарядов расстояние, безопасное по действию на человека ударной воздушной волны, согласно п. 809 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения», следует определять по формуле:

$$r_{\min} = 15\sqrt[3]{Q}, \text{ м} \quad (15.54)$$

где: Q – масса взрываемого наружного заряда взрывчатых веществ, кг.

Для категорий трудящихся, не связанных со взрывными работами, полученное по формуле расстояние следует увеличивать в 2 – 3 раза (согласно п. 809 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения»). **При расчетах принято максимальное значение увеличения расстояния r_{\min} , равное 3.** Так как радиусы опасных зон заданы условиями ведения взрывных работ из условий обеспечения безопасности, расчет произведен для максимально допустимой массы взрываемого наружного заряда (для зон 300, 350, 400, 450). Для обеспечения безопасных условий ведения взрывных работ максимальная масса наружного заряда (Q) ограничивается условием формулы (3.54) и требованием ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения». Максимальная масса наружного заряда должна обеспечивать условие $r_{\min} = 15\sqrt[3]{Q} * 3 \leq R_{уч}$, где $R_{уч}$ – максимальный радиус опасной зоны для расчетного участка ведения взрывных работ.

15.8.15 Расчёты параметров БВР для стеснённых условий

Расчет параметров БВР для взрывания гнейс биотитовых и гнейс лейкократовых пород рассредоточенными зарядами и сплошными зарядами ВВ Фортис 100 в стесненных условиях представлен в **табл. 15.16**.

Расчёт параметров БВР для взрывания рудных кварцитов и железистых кварцитов рассредоточенными зарядами и сплошными зарядами ВВ Фортис 70 в стесненных условиях представлен в **табл. 15.17**.

Таблица 15.16 - Расчёт параметров БВР для взрывания пород гнейс биотитовый, гнейс лейкократовый рассредоточенными зарядами и сплошными зарядами Фортис 100 в стесненных условиях

№ п/п	Наименование параметров	Обозначение	Ед. изм.	Расчетная формула	Опасная зона по разлёту кусков для людей					
					200 м	250 м	300 м	350 м	400 м	450 м
1	Диаметр долота	ддол	м	-	0,140	0,140	0,140	0,244	0,244	0,244
2	Диаметр скважины	d	м	$d = d_{\text{дол}} * K_{\text{раз}} (K_{\text{раз}} = 1,02)$	0,143	0,143	0,143	0,250	0,250	0,250
3	Высота уступа	H	м	-	7,5	7,5	7,5	15	15	15
4	Диаметр заряда	d_z	м	-	0,143	0,143	0,143	0,250	0,250	0,250
5	Коэффициенту крепости пород по шкале проф. Протодьяконова М.М.	f	-	-	16	16	16	16	16	16
6	Плотность пород	γ	кг/м ³	-	2770	2770	2770	2770	2770	2770
7	Допустимый размер крупных кусков	d_k	м	-	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
8	Плотность заряжения ВВ	Δ	т/м ³	-	1,25	1,25	1,25	1,15	1,25	1,25
9	Угол откоса уступа	α	град.	-	70	70	70	70	70	70
10	Минимальное безопасное расстояние до верхней бровки уступа.	c	м	-	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0
11	Вместимость 1 м скважины	P	кг/м	$P = \frac{\pi d^2}{4} \Delta, \text{ кг / м}$	20,0	20,0	20,0	56,5	61,4	61,4
12	Расчетный уд. расход ВВ (с учетом типа ВВ и поправки на размер кондиционного куска)	q_p	кг/м ³	$q = \frac{0,4 \times (\gamma \times d_e)^{0,5} \times (f \times d)^{0,33}}{(d_n \times e)}$	1,05	1,05	1,05	1,3	1,3	1,3
13	Предельная линия наименьшего сопротивления (с.п.п.) расчетная	W_n	м	$W_n = 53k_d \sqrt{\Delta / e \gamma} (1,6 - 0,5m)$	6,5	6,5	6,5	10,9	11,4	12,2
14	Линия сопротивления по подошве, обеспечивающая безопасное расположение бурового станка	Wn_{σ}	м	$Wn_{\sigma} = H_y \text{ctg} \alpha + c$	4,7	4,7	4,7	8,5	8,5	8,5
15	Величина перебура	$l_{\text{пер}}$	м	$l_{\text{пер}} = 13 \cdot d$	1,9	1,9	1,9	3,3	3,3	3,3
16	Глубина скважины	L	м	$L = H + l_{\text{пер}}$	9,4	9,4	9,4	18,3	18,3	18,3
17	Длина забойки	$l_{\text{заб}}$	м	$l_{\text{заб}} = 25 \cdot d$	3,6	3,6	3,6	6,3	7,3	6,8
18	Длина заряда	$l_{\text{зар}}$	м	$l_{\text{зар}} = \frac{r_{\text{раз}} \cdot l_{\text{скв}}}{1250 \cdot \sqrt{1 + \eta_{\text{заб}} \cdot \frac{d}{a}}}$	3,0	3,6	4,4	9,4	11,0	11,5
19	Длина верхнего заряда	$l_{\text{зар.верх.}}$	м	$l_{\text{зар.верх.}} = l_{\text{зар.общ.}} \cdot 1/3$	1,0	1,2	1,4	3,1	-	-

№ п/п	Наименование параметров	Обозначение	Ед. изм.	Расчетная формула	Опасная зона по разлёту кусков для людей					
					200 м	250 м	300 м	350 м	400 м	450 м
20	Длина нижнего заряда	$l_{зар.нижн}$	м	$l_{зар.нижн} = l_{зар.общ.} \cdot 2/3$	2,0	2,4	3,0	6,3	-	-
21	Длина промежутка рассредоточения	$l_{пр}$	м	$l_{пр} = L - l_{зар} - l_{заб} \leq R$	2,8	2,2	1,4	2,6	-	-
22	Общая масса рассредоточенного заряда ВВ в скважине	$Q_{зар.общ.}$	кг	$Q_{зар.общ.} = l_{зар.общ.} \times P$	60,0	72,0	88,0	531,1	675,4	706,1
23	Масса верхнего заряда	$Q_{зар.верх.}$	кг	$Q_{зар.верх.} = l_{зар.верх.} \times P$	20,0	24,0	28,0	175,1	-	-
24	Масса нижнего заряда	$Q_{зар.нижн.}$	кг	$Q_{зар.нижн.} = l_{зар.нижн.} \times P$	40,0	48,0	60,0	356,0	-	-
25	Коэффициент сближения зарядов	m	м	-	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,0
26	Линия наименьшего сопротивления (с.п.п.) с учетом взаимодействия зарядов расчетная	W	м	$W = 0,9 \sqrt{\frac{P}{q}}$	3,9	3,9	3,9	5,9	6,2	6,2
27	Расстояние между скважинными зарядами в ряду	a	м	$a = mb$	4,5	4,5	4,5	6,8	7,1	6,2
28	Расстояние между рядами скважин	b	м	$b = K_2 W$	3,9	3,9	3,9	5,9	6,2	6,2
29	Сетка скважин (принятая), м	$a \times b$	м	-	4,5 x 3,9	4,5 x 3,9	4,5 x 3,9	6,8 x 5,9	7,1 x 6,2	6,2 x 6,2
30	Выход взорванной горной массы с 1 п.м. скважины	$V_{пм}$	м ³ /п.м.	$V_{пм} = abH / L$	14,2	14,2	14,2	33,1	36,1	31,5
31	Выход взорванной горной массы со скважины	V	м ³	$V = V_{пм} \cdot l_{скв}$	132,6	132,6	132,6	605,0	658,6	575,1
32	Безопасное расстояние по разлету отдельных кусков	$r_{разл}$	м	$r_{разл} = 1250 \times \eta_3 \sqrt{\frac{f}{1 + \eta_{заб}} \times \frac{d}{a}}$	199,9	245,0	298,0	348,0	399,9	447,4
33	Безопасное расстояние по разлету отдельных кусков для механизмов	$r_{мех}$	м	$r_{мех} = 170 \cdot K_y \cdot \sqrt{\frac{q \cdot H}{l_{заб}}}$	189,4	189,4	189,4	225,2	209,1	216,7
34	Коэффициент, зависящий от свойств грунта в основании охраняемого здания (сооружения)	K_r	-	п. 792 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения»	8	8	8	8	8	8
35	Коэффициент, зависящий от типа здания (сооружения) характера застройки	K_c	-	п. 792 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения»	1	1	1	1	1	1

№ п/п	Наименование параметров	Обозначение	Ед. изм.	Расчетная формула	Опасная зона по разлёту кусков для людей					
					200 м	250 м	300 м	350 м	400 м	450 м
36	Коэффициент, зависящий от условий взрыва	α	-	п. 792 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения»	1	1	1	1	1	1
37	Объем взрываемого блока в плотном теле	V _{бл.}	м ³	-	26 000	26 000	26 000	118 000	118 000	118 000
38	Выход взорванной горной массы со скважины	V _{скв}	м ³	$V_{скв} = V_{нм} \cdot l_{скв}$	132,6	132,6	132,6	605,0	658,6	575,1
39	Количество скважин, взрываемых на блок	N скв.	шт	$N_{скв} = V_{бл} / V_{скв}$	196	196	196	195	180	206
40	Количество одновременно взрываемых скважин в серии	N сер	шт	$N_{сер}$	10	10	10	3	3	10
41	Количество групп зарядов	N		$N = N_{скв} / N_{сер}$	20	20	20	65	60	21
42	Масса заряда ВВ в скважине	Q скв	кг	$Q_{скв..} = l_{зар.общ.} \times P$	60,0	72,0	88,0	531,1	675,4	706,1
43	Общая масса ВВ, взрываемая в блоке	Q	кг	$Q = N_{скв.} \cdot Q_{скв}$	11 760	14 112	17 248	103 564	121 572	145 456
44	Безопасное расстояние по сейсмическому воздействию с учетом взрыва в водонасыщенных грунтах	r_c	м	$r_c = \frac{K_r K_c 2\alpha}{\sqrt[4]{N}} \times \sqrt[3]{Q}$	172,0	182,8	195,5	264,6	284,8	393,1
45	Безопасное расстояние по воздействию УВВ на застекление с учетом влияния группы пород и интервалов замедлений	r_{β}	м	$r_{\beta} = 63 \cdot \sqrt[3]{Q_s^2} \cdot k_{гр} \cdot k_{кзв}$	110,0	110,0	110,0	143,3	213,0	280,7
46	Безопасное расстояние по воздействию УВВ на застекление при отрицательной температуре	r_{β}^-	м	$r_{\beta}^- = r_{\beta} \cdot k_t$	165,0	165,0	165,0	215,0	319,5	421,1
47	Максимальная масса ВВ для безопасного расстояния по воздействию УВВ на человека, с учетом категорий трудящихся, не связанных со взрывными работами, найденная из формулы	Q	кг	$Q = (r_{мин}/45)^3$	-	-	290,0	450,0	700,0	950,0
48	Максимальная масса ВВ для безопасного расстояния по воздействию ядовитых газов без ветра, найденная из формулы	Q	т	$Q = (r_2/160)^3$	1,85	3,7	6,5	10,0	15,0	22,0

№ п/п	Наименование параметров	Обозначение	Ед. изм.	Расчетная формула	Опасная зона по разлёту кусков для людей					
					200 м	250 м	300 м	350 м	400 м	450 м
49	Максимальная масса ВВ для безопасного расстояния по воздействию ядовитых газов при ветре 1м/с, найденная из формулы	Q	т	$Q = (rz/160(1+0,5V\theta)^3$	0,55	1,1	1,9	3,0	4,0	6,5
50	Максимальная масса ВВ для безопасного расстояния по воздействию ядовитых газов при ветре 2м/с, найденная из формулы	Q	т	$Q = (rz/160(1+0,5V\theta)^3$	0,24	0,45	0,8	1,0	1,9	2,7
51	Максимальная масса ВВ для безопасного расстояния по воздействию ядовитых газов при ветре 3м/с, найденная из формулы	Q	т	$Q = (rz/160(1+0,5V\theta)^3$	0,12	0,2	0,4	0,6	0,9	1,4
52	Максимальная масса ВВ для безопасного расстояния по воздействию ядовитых газов при ветре 4 м/с, найденная из формулы	Q	т	$Q = (rz/160(1+0,5V\theta)^3$	0,07	0,12	0,2	0,35	0,5	0,8
53	Максимальная масса ВВ для безопасного расстояния по воздействию ядовитых газов при ветре 5м/с, найденная из формулы	Q	т	$Q = (rz/160(1+0,5V\theta)^3$	0,04	0,08	0,1	0,2	0,3	0,5

Таблица 15.17 - расчёт параметров БВР для взрывания пород рудный кварцит/железистый кварцит рассредоточенными зарядами и сплошными зарядами Фортис 70 в стесненных условиях

№ п/п	Наименование параметров	Обозначение	Ед. изм.	Расчетная формула	Опасная зона по разлёту кусков для людей				
					250 м	300 м	350 м	400 м	450 м
1	Диаметр долота	dдол	м	-	0,140	0,140	0,244	0,244	0,244
2	Диаметр скважины	d	м	$d=d_{\text{дол}} * K_{\text{раз}}(K_{\text{раз}}=1,02)$	0,143	0,143	0,250	0,250	0,250
3	Высота уступа	H	м	-	7,5	7,5	15	15	15
4	Диаметр заряда	dз	м	-	0,143	0,143	0,250	0,250	0,250
5	Коэффициенту крепости пород по шкале проф. Протодяконова М.М.	f	-	-	18	18	18	18	18
6	Плотность пород	γ	кг/м3	-	3310	3310	3310	3310	3310
7	Допустимый размер крупных кусков	d _к	м	-	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
8	Плотность заряжания ВВ	Δ	т/м3	-	1,25	1,25	1,15	1,25	1,25

№ п/п	Наименование параметров	Обозначение	Ед. изм.	Расчетная формула	Опасная зона по разлёту кусков для людей				
					250 м	300 м	350 м	400 м	450 м
9	Угол откоса уступа	α	град.	-	70	70	70	70	70
10	Минимальное безопасное расстояние до верхней бровки уступа.	c	м	-	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0
11	Вместимость 1 м скважины	P	кг/м	$P = \frac{\pi d^2}{4} \Delta, \text{ кг} / \text{ м}$	20,0	20,0	56,5	61,4	61,4
12	Расчетный уд. расход ВВ (с учетом типа ВВ и поправки на размер кондиционного куска)	q_p	кг/м ³	$q = \frac{0,4 \times (\gamma \times d_e)^{0,5} \times (f \times d)^{0,33}}{(d_n \times e)}$	1,2	1,2	1,4	1,4	1,4
13	Предельная линия наименьшего сопротивления (с.п.п.) расчетная	W_n	м	$W_n = 53k_t d_3 \sqrt{\Delta / e \gamma} (1,6 - 0,5m)$	7,1	7,1	11,9	12,4	12,4
14	Линия сопротивления по подошве, обеспечивающая безопасное расположение бурового станка	Wn_o	м	$Wn_o = H_y \text{ctg} \alpha + c$	4,7	4,7	8,5	8,5	8,5
15	Величина перебура	$l_{пер}$	м	$l_{пер} = 13 \cdot d$	1,9	1,9	3,3	3,3	3,3
16	Глубина скважины	L	м	$L = H + l_{пер}$	9,4	9,4	18,3	18,3	18,3
17	Длина забойки	$l_{заб}$	м	$l_{заб} = 25 \cdot d$	3,6	3,6	6,3	6,3	6,8
18	Длина заряда	$l_{зар}$	м	$l_{зар} = \frac{r_{разл} \cdot l_{скв}}{1250 \cdot \sqrt{\frac{f}{1 + \eta_{заб}} \cdot \frac{d}{a}}}$	3,4	4,0	8,7	10,2	11,5
19	Длина верхнего заряда	$l_{зар.верх.}$	м	$l_{зар.верх.} = l_{зар.общ.} \cdot 1/3$	1,1	1,3	2,9	3,4	-
20	Длина нижнего заряда	$l_{зар.нижн.}$	м	$l_{зар.нижн.} = l_{зар.общ.} \cdot 2/3$	2,3	2,7	5,8	6,8	-
21	Длина промежутка рассредоточения	$l_{пр}$	м	$l_{пр.} = L - l_{зар} - l_{заб} \leq R$	2,4	1,8	3,3	1,8	-
22	Общая масса рассредоточенного заряда ВВ в скважине	$Q_{зар.общ.}$	кг	$Q_{зар.общ.} = l_{зар.общ.} \times P$	68,0	80,0	491,6	626,3	706,1
23	Масса верхнего заряда	$Q_{зар.верх.}$	кг	$Q_{зар.верх.} = l_{зар.верх.} \times P$	22,0	26,0	163,9	208,8	-
24	Масса нижнего заряда	$Q_{зар.нижн.}$	кг	$Q_{зар.нижн.} = l_{зар.нижн.} \times P$	46,0	54,0	327,7	417,5	-
25	Коэффициент сближения зарядов	m	м	-	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
26	Линия наименьшего сопротивления (с.п.п.) с учетом взаимодействия зарядов расчетная	W	м	$W = 0,9 \sqrt{\frac{P}{q}}$	3,7	3,7	5,7	6,0	6,0

№ п/п	Наименование параметров	Обозначение	Ед. изм.	Расчетная формула	Опасная зона по разлёту кусков для людей				
					250 м	300 м	350 м	400 м	450 м
27	Расстояние между скважинными зарядами в ряду	a	м	$a = mb$	4,2	4,2	6,6	6,9	6,9
28	Расстояние между рядами скважин	b	м	$b = K_2 W$	3,7	3,7	5,7	6,0	6,0
29	Сетка скважин (принятая), м	$a \times b$	м	-	4,2 x 3,7	4,2 x 3,7	6,6 x 5,7	6,9 x 6,0	6,9 x 6,0
30	Выход взорванной горной массы с 1п.м. скважины	V_{nm}	м3/п.м.	$V_{nm} = abH / L$	12,4	12,4	31,0	33,8	33,8
31	Выход взорванной горной массы со скважины	V	м3	$V = V_{nm} \cdot l_{скв}$	115,8	115,8	565,9	616,8	616,8
32	Безопасное расстояние по разлету отдельных кусков	$r_{разл}$	м	$r_{разл} = 1250 \times \eta_3 \sqrt{\frac{f}{1 + \eta_{заб}}} \times \frac{d}{a}$	248,0	298,0	348,0	398,0	449,8
33	Безопасное расстояние по разлету отдельных кусков для механизмов	$r_{мех}$	м	$r_{мех} = 170 \cdot K_y \cdot \sqrt{\frac{q \cdot H}{l_{заб}}}$	202,4	202,4	233,7	233,7	224,8
34	Коэффициент, зависящий от свойств грунта в основании охраняемого здания (сооружения)	K_r	-	п. 792 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения»	8	8	8	8	8
35	Коэффициент, зависящий от типа здания (сооружения) характера застройки	K_c	-	п. 792 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения»	1	1	1	1	1
36	Коэффициент, зависящий от условий взрывания	α	-	п. 792 главы XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения»	1	1	1	1	1

№ п/п	Наименование параметров	Обозначение	Ед. изм.	Расчетная формула	Опасная зона по разлёту кусков для людей				
					250 м	300 м	350 м	400 м	450 м
37	Объем взрываемого блока в плотном теле	$V_{бл.}$	м ³	-	69 500	69 500	69 500	69 500	69 500
38	Выход взорванной горной массы со скважины	$V_{скв}$	м ³	$V_{скв} = V_{пл} \cdot l_{скв}$	115,8	115,8	565,9	616,8	616,8
39	Количество скважин, взрываемых на блок	$N_{скв.}$	шт	$N_{скв.} = V_{бл} / V_{скв}$	600	600	123	113	113
40	Количество одновременно взрываемых скважин в серии	$N_{сер}$	шт	$N_{сер}$	10	10	3	3	10
41	Количество групп зарядов	N		$N = N_{скв.} / N_{сер}$	60	60	41	38	12
42	Масса заряда ВВ в скважине	$Q_{скв}$	кг	$Q_{скв.} = l_{зар.общ.} \times P$	76,0	92,0	548,1	687,7	736,8
43	Общая масса ВВ, взрываемая в блоке	Q	кг	$Q = N_{скв.} \cdot Q_{скв}$	45 600	55 200	67 416,3	77 710	83 258,4
44	Безопасное расстояние по сейсмическому воздействию с учетом взрывания в водонасыщенных грунтах	r_c	м	$r_c = \frac{K_r K_c 2\alpha}{\sqrt[4]{N}} \times \sqrt[3]{Q}$	205,4	218,9	257,4	275	375,4
45	Безопасное расстояние по воздействию УВВ на застекление с учетом влияния группы пород и интервалов замедлений	r_e	м	$r_e = 63 \cdot \sqrt[3]{Q_0^2} \cdot \text{кгп} \cdot \text{ккзв}$	110,0	110,0	143,3	151,5	280,7
46	Безопасное расстояние по воздействию УВВ на застекление при отрицательной температуре	r_{e-}	м	$r_{e-} = r_e \cdot k_t$	165,0	165,0	215,0	227,3	421,1
47	Максимальная масса ВВ для безопасного расстояние по воздействию УВВ на человека, с учетом категорий трудящихся, не связанных со взрывными работами, найденная из формулы	Q	кг	$Q = (r_{мин}/45)^3$	-	290,0	450,0	700,0	950,0
48	Максимальная масса ВВ для безопасного расстояние по воздействию ядовитых газов без ветра, найденная из формулы	Q	т	$Q = (r_2/160)^3$	3,7	6,5	10,0	15,0	22,0

№ п/п	Наименование параметров	Обозначение	Ед. изм.	Расчетная формула	Опасная зона по разлёту кусков для людей				
					250 м	300 м	350 м	400 м	450 м
49	Максимальная масса ВВ для безопасного расстояние по воздействию ядовитых газов при ветре 1м/с, найденная из формулы	Q	т	$Q = (rz/160(1+0,5V_{в})^3$	1,1	1,9	3,0	4,0	6,5
50	Максимальная масса ВВ для безопасного расстояние по воздействию ядовитых газов при ветре 2м/с, найденная из формулы	Q	т	$Q = (rz/160(1+0,5V_{в})^3$	0,45	0,8	1,0	1,9	2,7
51	Максимальная масса ВВ для безопасного расстояние по воздействию ядовитых газов при ветре 3м/с, найденная из формулы	Q	т	$Q = (rz/160(1+0,5V_{в})^3$	0,2	0,4	0,6	0,9	1,4
52	Максимальная масса ВВ для безопасного расстояние по воздействию ядовитых газов при ветре 4 м/с, найденная из формулы	Q	т	$Q = (rz/160(1+0,5V_{в})^3$	0,12	0,2	0,35	0,5	0,8
53	Максимальная масса ВВ для безопасного расстояние по воздействию ядовитых газов при ветре 5м/с, найденная из формулы	Q	т	$Q = (rz/160(1+0,5V_{в})^3$	0,08	0,1	0,2	0,3	0,5

15.8.16 Рекомендуемые схемы поверхностного монтажа НСИ

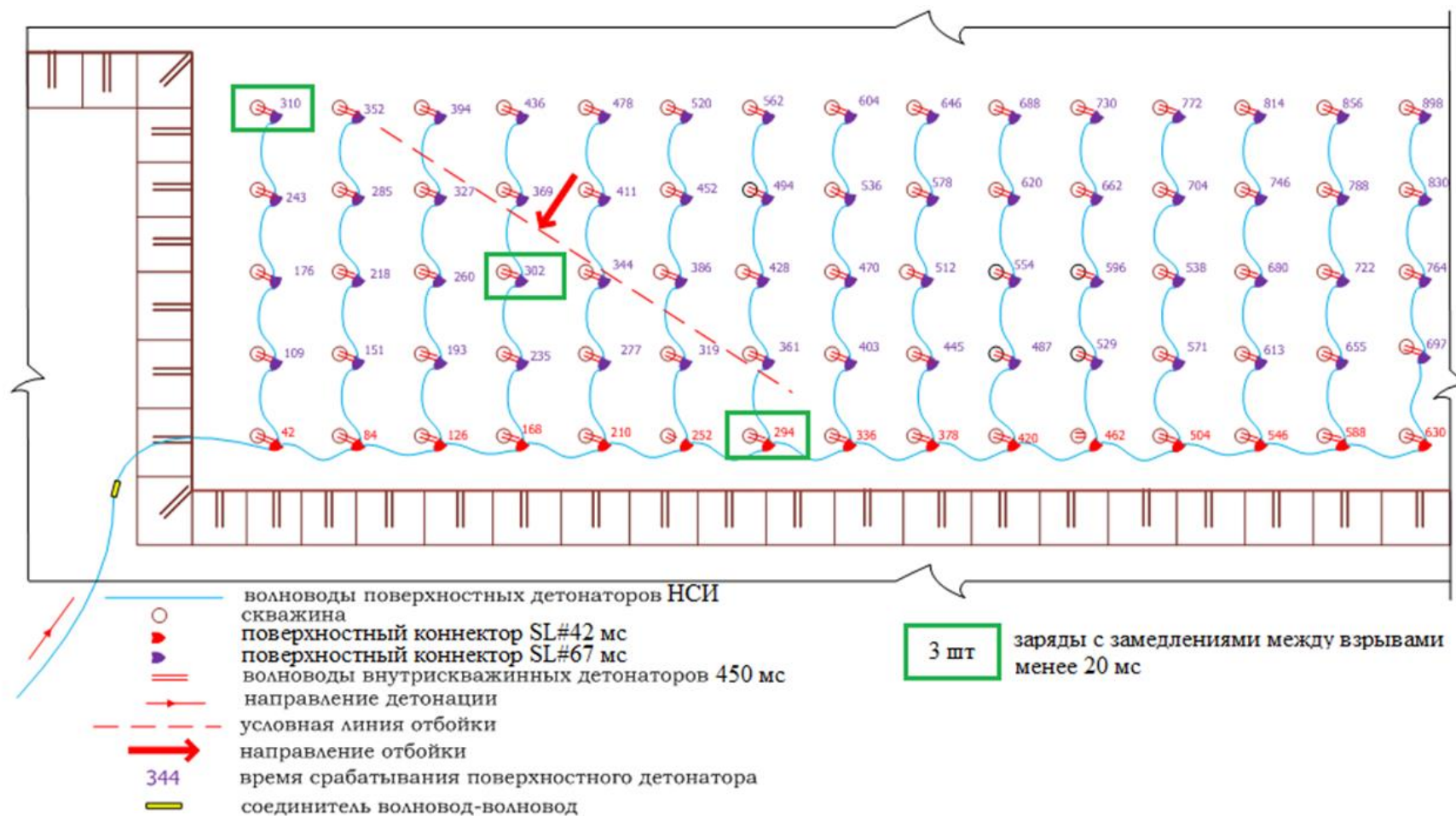


Рисунок 15.6 - Диагональная схема монтажа взрывной сети диагональными рядами и последовательным врубом

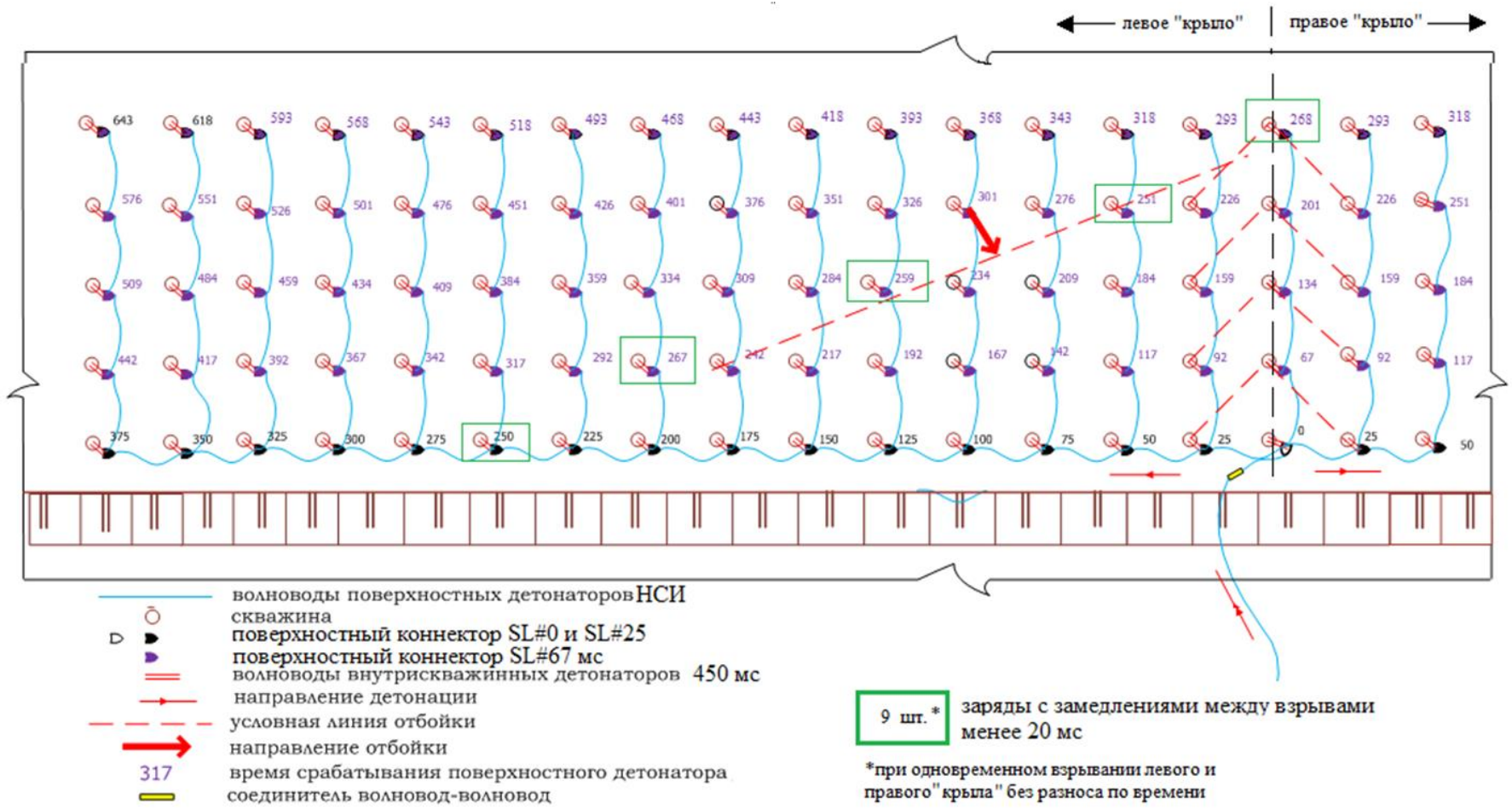


Рисунок 15.7 - Диагональная схемы монтажа взрывной сети с клиновым фланговым (или центральным) врубом

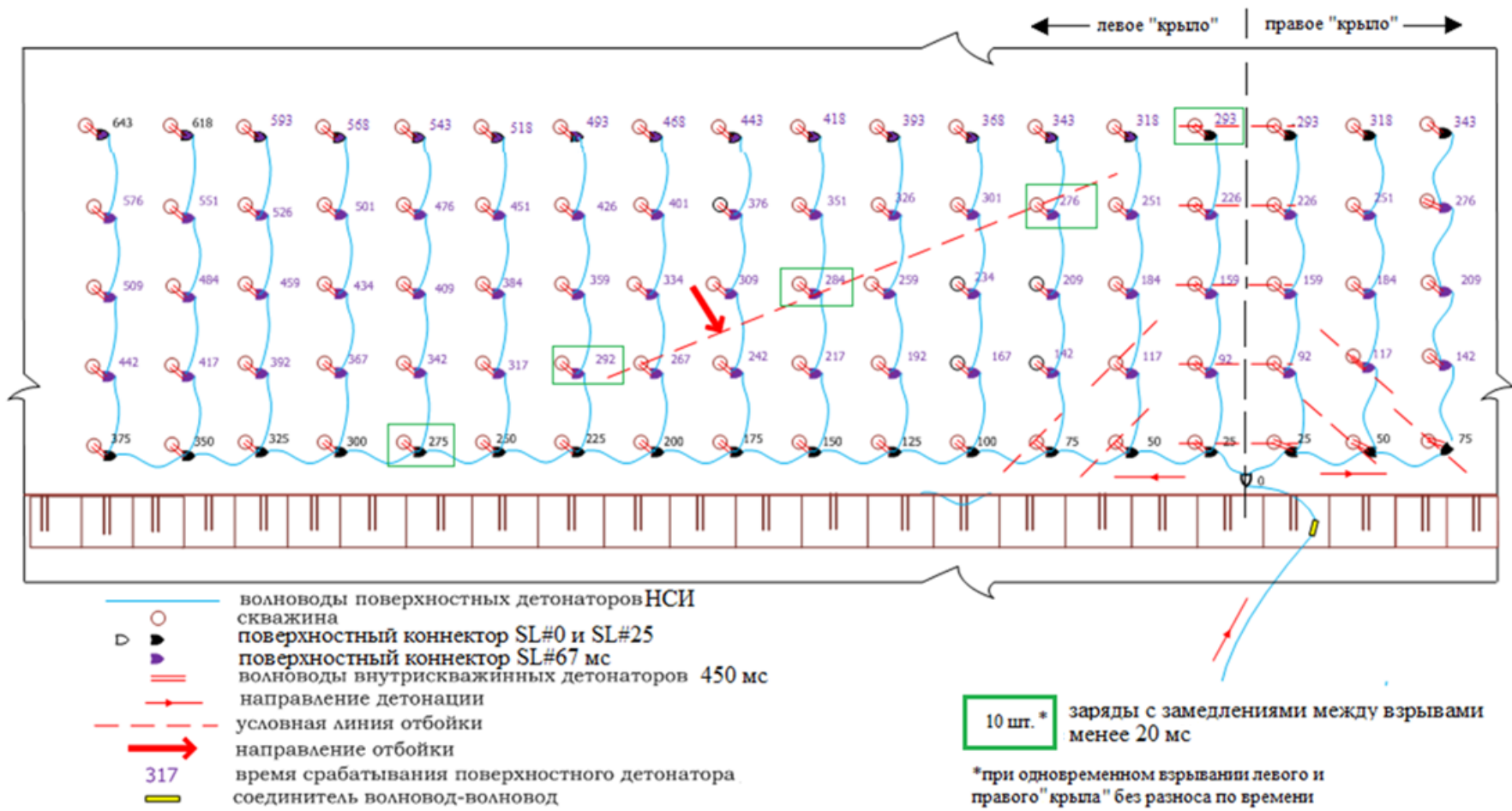


Рисунок 15.8 - Диагональная схема монтажа взрывной сети с трапециевидным фланговым (или центральным) врубом

16 ВЫЕМОЧНО-ПОГРУЗОЧНЫЕ РАБОТЫ

В соответствии с горно-геологическими условиями принята транспортная система разработки с применением автомобильного транспорта и внешним отвалообразованием.

При разработке карьера в качестве основного выемочного оборудования предусматривается применение экскаваторов ЭКГ-15, оснащенных рабочим оборудованием типа «механическая лопата» и ковшем ёмкостью 15 м³.

Погрузка горной массы производится в основной автосамосвал предприятия БЕЛАЗ-75137 грузоподъемностью 130 т и объёмом кузова 71,2 м³. Транспортировка руды осуществляется на перегрузочную площадку, вскрышные породы транспортируются в отвал.

Выемка скальных вскрышных пород и добыча руды производятся после предварительного рыхления буровзрывным способом. Выемка рыхлых отложений производится непосредственно из целика.

Расчет производительности экскаватора ЭКГ-15 в комплексе с автосамосвалом БЕЛАЗ-75137 представлен в табл. 16.1.

Таблица 16.1 - Расчет производительности экскаватора ЭКГ-15 в комплексе с автосамосвалом БЕЛАЗ-75137

Наименование показателей	Ед. изм.	Показатели		
		Скальная вскрыша	Рыхлая вскрыша	Руда
Марка экскаватора		ЭКГ-15		
Ёмкость ковша экскаватора	м ³	15		
Марка автосамосвала		БЕЛАЗ-75137		
Грузоподъемность автосамосвала	т	130		
Ёмкость кузова автосамосвала с "шапкой"	м ³	71,2		
Радиус разворота	м	13		
Категория пород по трудности экскавации		4	3	5
Объёмная масса пород по категориям	т/м ³	2,80	2,00	3,47
Коэффициенты:				
– наполнения ковша экскаватора		0,90	0,95	0,90
– разрыхления пород в ковше экскаватора		1,50	1,35	1,60
– разрыхления пород в транспортном сосуде		1,50	1,35	1,60
Объём породы в ковше экскаватора (в целике)	м ³	9,0	10,6	8,4
Масса породы в ковше экскаватора	т	25,2	21,1	29,3
Объём породы в кузове автосамосвала (в целике):	м ³	45,0	52,7	37,5
Количество ковшей, погружаемых в автосамосвал				
– расчетное	шт.	5,00	4,97	4,46
– принятое	шт.	5	5	5
Масса породы в кузове автосамосвала	т	126,0	106,0	130,0
Расчетное время на цикл экскавации	с	40,0	40,0	40,0
Время:				
– установки автосамосвала под погрузку	мин	0,8	0,8	0,8
– погрузки автосамосвала	мин	3,00	3,00	3,00
– ожидание автосамосвала	мин	0,50	0,50	0,50
Количество смен работы в сутки	смен	2	2	2
Продолжительность смены	мин	720,00	720,00	720,00
Время на:				
– подготовительно-заключительную работу	мин	31	31	31
– обед + личные надобности	мин	70	70	70

Наименование показателей	Ед. изм.	Показатели		
		Скальная вскрыша	Рыхлая вскрыша	Руда
– ожидания подчистки подъездов к экскаватору бульдозером	мин	10	10	10
Время чистой работы экскаватора	мин	609	609	609
Коэффициенты, учитывающие:				
– климатические (местные) условия		0,96	0,96	0,96
– ведение взрывных работ в течение смены		0,97	0,97	0,97
– орошение забоя в течение смены		0,92	0,92	0,92
– изношенность (надежность) оборудования		0,96	0,96	0,96
– селективную выемку		0,90	1,00	0,90
– повышенную влажность грунта, мерзлый грунт		1,00	0,94	1,00
Производительность экскаватора сменная расчетная	м ³	4717	5775	4423
Количество дней:				
– работы карьера в год	суток	365	365	365
– простоев экскаватора в ремонтах	суток	60	60	60
– на технологические простои	суток	10	10	10
– на холостые переходы	суток	10	10	10
Работы экскаватора в год	суток	285	285	285
Количество часов работы экскаватора в год	ч	5450	5450	5450
Производительность экскаватора:				
– сменная принимаемая в проекте	м ³	4 720	5 770	4 420
– суточная	м ³	9 440	11 540	8 840
– годовая расчетная	тыс. м ³	2 690	3 289	2 519
– годовая принимаемая в проекте	тыс. м ³	2 690	3 290	2 520
КИО		0,64	0,64	0,64
КТГ		0,84	0,84	0,84

17 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ

При разработке Печегубского карьера в качестве вспомогательного оборудования предусматривается применение следующих машин:

- бульдозер **CAT D10T2** с емкостью отвала 18,5 м³ – вспомогательные работы в комплексе с экскаватором (зачистка забоев, планировка рабочих площадок и пр.), отвалообразование;
- смесительно-зарядная машина **MMU-20** на шасси VOLVO FM-TRUCK 8x4 - зарядка скважин ВВ для проведения взрывных работ;
- погрузчик **CAT-950G** с забоечным ковшом (емкость 3 м³) – забойка взрывных скважин;
- поливооросительная машина на шасси **БЕЛАЗ-7547** (емкость 35 м³) – пылеподавление на автодорогах и в рабочих зонах карьера. Также применяется КАМАЗ 6522 КДМ-11 (емкость 10 м³);
- автотопливозаправщик **МАЗ 6317Х9 46521-6** - перевозка ГСМ, заправка техники;
- автогрейдер **Shantui SG21A-3** – планировка и поддержание автодорог в рабочем состоянии.

При отработке Печегубского карьера допускается применение аналогичного оборудования других фирм изготовителей, сходного по основным рабочим параметрам.

17.1 Спецификация основного и вспомогательного оборудования

В **табл. 17.1** представлен расчет количества основного и вспомогательного оборудования задействованного на I этапе отработки Печегубского месторождения.

Производительность экскаваторов определена с учетом режима работы и горно-геологических условий эксплуатации. Результаты расчетов производительности основного экскаватора-мехлопаты ЭКГ-15 в комплексе с автосамосвалом БЕЛАЗ-75137 приведены в **разд. 16**.

Расчеты производительности буровых станков на основном и вспомогательном бурении (СБШ-250МНА-32 и Atlas Copco ROC-L8) приведены в **разд. 15.5**.

Расчет производительности основного автосамосвала предприятия БЕЛАЗ-75137 на транспортировании вскрышных пород и руды приведен в **разд. 19.2**.

Расчет производительности бульдозеров CAT D10T2, занятых на отвалообразовании, приведён в **разд. 18.2.2**.

В рамках технического проекта принята возможность использования оборудования иностранных производителей, со схожими техническими характеристиками, уже имеющегося в пользовании у АО «Олкон» с учетом остаточного эксплуатационного периода оборудования

и наличии запасных частей для проведения ремонта и содержания оборудования в надлежащем состоянии.

На предприятии АО «Олкон» в настоящее время эксплуатируется импортная техника:

Экскаватор Caterpillar 374FL - 1 ед., ввод в эксплуатацию декабрь 2020 года. Срок эксплуатации - 10 лет. На обслуживание заключен договор с ООО «Инстройтехком», официальный дистрибьютор Caterpillar. По окончании эксплуатационного периода предполагается замена на ЭКГ-10.

Экскаватор Komatsu PC800-8EO - 1 ед., ввод в эксплуатацию ноябрь 2021 года. Срок эксплуатации - 10 лет. На обслуживание заключен договор с ООО «Инстройтехком», официальный дистрибьютор Komatsu. По окончании эксплуатационного периода предполагается замена на ЭКГ-10.

Экскаватор Sany SY8700H - 1 ед., ввод в эксплуатацию март 2023 года. Срок эксплуатации - 10 лет. На обслуживание заключен договор с ООО «Инстройтехком», официальный дистрибьютор Sany. По окончании эксплуатационного периода предполагается замена на ЭКГ-10.

Автогрейдер Shantui SG21A-3 - 2 ед., ввод в эксплуатацию май 2023 года. Срок эксплуатации - 10 лет. На гарантии обслуживания ООО «СтройИмпортТехника».

Автосамосвалы Komatsu HD785 – 4 ед., ввод в эксплуатацию июнь 2021 г. Срок эксплуатации - 12 лет. На обслуживание заключен договор с ООО «Инстройтехком». По окончании эксплуатационного периода предполагается замена на аналог.

Автосамосвалы Volvo R100E – 2 ед., ввод в эксплуатацию май 2020 г. Срок эксплуатации - 12 лет. На обслуживание заключен договор с ООО «FERRONORDIC». По окончании эксплуатационного периода предполагается замена на аналог.

Автосамосвалы CAT 777E – 2 ед., ввод в эксплуатацию декабрь 2019 г. Срок эксплуатации - 12 лет. Автосамосвал CAT 785D – 1 ед., ввод в эксплуатацию август 2017 г. Срок эксплуатации - 12 лет. Самосвал CAT 785C – 1 ед., ввод в эксплуатацию апрель 2013 г. Срок эксплуатации - 12 лет. На обслуживание заключен договор с ООО «М4Е». По окончании эксплуатационного периода предполагается замена на аналог.

По окончании эксплуатационного периода предполагается замена на аналоги Российского, Белорусского, Китайского или Турецкого производства.

Таблица 17.1 - Количество основного и вспомогательного оборудования на I этапе отработки Печегубского месторождения

Наименование показателя	Ед. изм.	Период ведения работ – I этап										Итого
		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
Основное и вспомогательное оборудование												
Экскаватор ЭКГ-15	Спис.	2,96	2,82	2,82	2,85	2,88	2,93	3,00	3,00	3,00	3,00	-
	Инв.	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	-
Автосамосвал БЕЛАЗ-75137	Спис.	9,87	9,69	9,88	9,80	9,94	11,53	11,69	12,90	13,76	14,70	-
	Инв.	10	10	10	10	10	12	12	13	14	15	-
Бульдозер CAT D10T2 (Карьер)	Спис.	1,48	1,41	1,41	1,42	1,44	1,46	1,50	1,50	1,50	1,50	-
	Инв.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-
Бульдозер CAT D10T2 (Отвал)		1,32	1,28	1,65	1,71	1,69	1,62	1,65	1,65	1,65	1,75	
		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Буровой станок СБШ-250МНА-32	Спис.	3,60	2,60	2,60	2,80	3,10	3,30	3,90	3,90	3,90	3,90	-
	Инв.	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	-
Буровой станок Atlas Copco ROC L8	Спис.	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-
	Инв.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-
Поливомоечная машина БЕЛАЗ-7547 (35 м³.)	Спис.	1,15	1,21	1,18	1,21	1,22	1,27	1,32	1,37	1,43	1,48	-
	Инв.	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-
Смесительно-зарядная машина MMU-20 на шасси VOLVO FM	Спис.	0,34	0,24	0,25	0,26	0,28	0,32	0,37	0,37	0,37	0,38	-
	Инв.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-
Погрузчик CAT-950G с забочным ковшом	Спис.	0,18	0,13	0,13	0,14	0,15	0,17	0,20	0,20	0,20	0,20	-
	Инв.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-

18 ОТВАЛЬНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Внешний отвал вскрышных пород не входит в объем проектирования настоящей проектной документации и рассмотрен в отдельном «Проекте автомобильных отвалов пустых пород и рыхлой вскрыши Печегубского месторождения железистых кварцитов», выполненном ООО «СПб-Гипрошахт» в 2022 г. и получившем положительное заключение Государственной экспертизы. Представленный раздел выполнен в соответствии с расчетами и положениями «Проекта автомобильных отвалов ...».

18.1 Общая характеристика проектируемых отвальных работ

Вскрыша Печегубского карьера представлена двумя типами пород: рыхлые и скальные.

Рыхлая вскрыша представлена четвертичными отложениями мощностью от 1-5 м до 10 м – на возвышенностях и до 25-40 м в понижениях рельефа и представлена отложениями основной морены и озерно-ледниковыми отложениями.

При обработке Печегубского месторождения железной руды весь объем вскрышных пород предусматривается разместить во внешнем отвале.

Отвал рассматриваемого I этапа разработки предусматривается расположить в непосредственной близости от карьера вдоль северной, восточной и южной границ карьера.

Объем вскрышных пород, размещаемый в отвале в течение рассматриваемого I этапа разработки Печегубского карьера, составляет 69 119,9 тыс. м³ в плотном теле, что соответствует 78 374,4 тыс. м³ породы в разрыхленном состоянии (с учетом коэффициента остаточного разрыхления 1,15 для скальных пород и 1,05 для рыхлых).

В соответствии с календарным планом обработки карьера, основой объем рыхлой вскрыши (90%) приходится на первые 6 лет разработки. Размещение рыхлых пород в этот период предусматривается отдельно от скальных в северной части отвала, незначительные объемы рыхлых пород, поступающие в отвал с шестого года ведения работ размещаются совместно со скальными породами.

Транспортирование вскрышных пород предусматривается с помощью автосамосвалов транспортного управления АО «Олкон», задействованных на разработке Печегубского карьера, грузоподъемностью 91-136 т (либо аналоги):

- KOMATSU HD785 (г/п 91 т);
- БЕЛАЗ 75137 (г/п 130 т);
- VOLVO R100E (г/п 95 т);
- CATERPILLAR 777E (г/п 93 т);
- CATERPILLAR 785C (г/п 136 т);

– БЕЛАЗ 7513N (г/п 130).

В качестве основного самосвала предусматривается использовать **БЕЛАЗ-75137** г/п 130 т и ёмкостью кузова 71,2 м³, данный автосамосвал принят в настоящем проекте в качестве расчетного.

При проектировании автодорог на отвале, в качестве расчетного автосамосвала для определения параметров дорог принят автосамосвал г/п 180 т с габаритной шириной не превышающей 7,77 м (БЕЛАЗ-75180, CATERPILLAR 789D и другие аналоги), которые планируется использовать в перспективе развития Печегубского карьера. Применение автосамосвала г/п 180 т в рамках настоящего проекта не предусматривается.

На отвале принята бульдозерная схема отвалообразования. В качестве отвального оборудования используются бульдозеры **CAT D10T2**, либо аналоги.

Отвал вскрышных пород отсыпается последовательно четырьмя ярусами высотой до 30 м.

Рыхлые породы отсыпаются двумя ярусами высотой до 15 м в северной части отвала.

Угол откоса отвальных ярусов составляет 35°.

Ширина предохранительных берм в скальных породах принята 52 м, в рыхлых породах – 40 м.

Результирующий угол откоса отвала составляет 15-24°.

На отвале предусматривается сформировать две системы заездов: у северной и южной границ карьера соответственно. Две обособленные системы заездов позволят на начальном этапе развития горных работ отсыпать отвал одновременно с двух сторон в направлении оз. Окунь, которое находится в центре участка, отведенного под отвал.

Размещение отвала на площадях водных объектов не предусматривается. Два мелких озера без названия (озеро без названия №1 и №2) предварительно засыпаются скальным грунтом, а при развитии отвальных работ в направлении оз. Окунь (начиная с шестого года ведения работ) производится его предварительное осушение.

Положение отвала пустой породы с указанием ликвидируемых водных объектов (соответствует положению горных работ на конец второго года) приведено на **черт. П12179-00-200-ТОР, лист 3.**

Кроме того, развитие отвала в юго-восточном направлении предусматривает перенос русла ручья без названия и строительство руслоотводного канала.

Положение отвала пустой породы на конец формирования (I этап) приведено на **черт. П12179-00-200-ТОР, лист 7.**

Дороги и съезды на отвале формируются по нормам автомобильных дорог II-к категории в соответствии с требованиями СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт» для

расчетного автосамосвала г/п 180 т с габаритной шириной не превышающей 7,77 м (БЕЛАЗ-75180, CATERPILLAR 789D и другие аналоги).

Ширина проезжей части технологических автодорог II-к категории составляет 26,5 м (для объекта, расположенного в I дорожно-климатической зоне), ширина обочин принята 2,0 м. Общая ширина земляного полотна без учёта ограждающих устройств составит **30,5 м**.

Расстояние от внутренней бровки направляющего породного вала до проезжей части принимается **2,0 м** (в соответствии с требованиями п. 1168 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...» должно быть не менее 0,5 диаметра колеса эксплуатируемого автомобиля максимальной грузоподъемности и не менее 0,5 (1,0) м согласно п.7.5.1. СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт»). Для расчетного автосамосвала г/п 180 т, имеющего колеса диаметром ~3,3 м (37.00R57), половина диаметра колеса составит 1,7 м.

Высота направляющего породного вала составит **1,7 м**, ширина основания – **4,5 м**. Ширина основания направляющего породного вала должна составлять не менее половины диаметра колеса (п. 1168 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...»).

Согласно требованиям, п. 1168 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...» вертикальная ось, проведенная через вершину породного вала, должна располагаться вне призмы возможного обрушения.

Расчетная ширина призмы возможного обрушения для основного самосвала составляет 1,7 м, таким образом, расстояние от нижней бровки направляющего вала до верхней бровки уступа составит минимум **1,0 м**.

Ширина закуветной полки для сбора осыпи принимается **2,0 м**, ширина кювета для отведения стоков **1,5 м**.

Общая ширина съезда для расчетного автосамосвала составит **39,5 м** (включает в себя ширину проезжей части, обочину, расстояние от проезжей части до предохранительного вала, ширину предохранительного вала по низу, минимальное расстояние от нижней бровки предохранительного вала до верхней бровки уступа, ширину закуветной полки и кювет).

Ширина проезжей части временных отвальных автодорог III-к категории составляет **25,0 м** (для карьера в I дорожно-климатической зоне), ширина обочин принята **2,0 м**. Общая ширина земляного полотна без учёта ограждающих устройств составит – **29,0 м**.

С учетом принятых параметров ограждающего вала и других элементов поперечного профиля, ширина временного съезда на отвале категории III-к составит **38,0 м** (включает в себя ширину проезжей части, обочину, расстояние от проезжей части до предохранительного вала, ширину предохранительного вала по низу, минимальное расстояние от нижней бровки предохранительного вала до верхней бровки уступа, ширину закуветной полки и кювет).

Руководящий уклон автодорог – 80‰.

С целью обеспечения безопасности работ по формированию отвала предусматривается сбор грунтовых и атмосферных сточных вод с поверхности отвала в систему водоотводных канав, с последующим отведением воды в зумпфы и далее на очистку в локальных очистных сооружениях.

Кроме того, в основании отвала залегают породы с низким коэффициентом фильтрации (глинистый материал), которые образуют естественный противофильтрационный экран, препятствующий проникновению отвальных вод в грунт. Учитывая, что по периметру отвала формируются водоотводные канавы, которые проходятся в верхнем слое пород основания, негативное воздействие от формирования отвала на подземные воды отсутствует.

Предусматриваемый отвал не должен препятствовать развитию горных работ и должен формироваться с учетом требований безопасности.

18.2 Способ отвалообразования. Тип и количество отвального оборудования

18.2.1 Способ отвалообразования

Для размещения вскрышных пород, образующихся при разработке Печегубского карьера, предусматривается формирование внешнего отвала. Для формируемого отвала характерны следующие параметры:

- по месту расположения – внешний;
- по количеству ярусов – четырёхъярусный;
- по способу механизации отвальных работ – бульдозерный;
- по способу развития фронта работ – периферийный/площадной.

В комплекс отвальных работ входит: разгрузка, планировка, формирование предохранительного вала.

Породы вывозятся к месту размещения автосамосвалами г/п 91-136 т.

В качестве основного самосвала предусматривается использовать **БЕЛАЗ-75137** г/п 130 т, данный автосамосвал принят в настоящей документации в качестве расчетного.

Формирование отвала осуществляется с помощью гусеничного бульдозера **CAT D10T2** (либо аналог) периферийным и/или площадным способами.

При периферийном способе, автосамосвалы разгружаются по периферии отвального фронта в непосредственной близости от верхней бровки откоса перед предохранительным валом. Часть или вся порода в этом случае бульдозером сталкивается под откос.

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. Для применяемых автосамосвалов высота предохранительного вала должна быть не менее 1,5 м (не менее половины диаметра колеса),

ширина вала по основанию 4,0 м. Ось вала при этом должна находиться вне зоны возможного обрушения. Предохранительный вал служит ориентиром для водителя автосамосвала.

Затем порода перемещается бульдозером на бровку отвала с формированием нового предохранительного вала. Площадка разгрузки должна иметь по всему фронту поперечный уклон не менее 3° , направленный от бровки откоса в глубину отвала на длину базы работающих самосвалов (5,3 м для основного самосвала БЕЛАЗ-75137). Вся остальная площадь рабочей зоны отвала должна быть горизонтальной или иметь поперечный уклон от площадки разгрузки к въезду на отвал до 1° . Длина площадки разгрузки должна быть не менее базы работающих автосамосвалов, и обеспечивать необходимый фронт для маневровых операций автомобилей.

По фронту отвал разделяется на три участка равной длины не менее 30 м каждый: на первом участке ведется разгрузка, на втором – планировочные работы, третий является резервным. По мере развития отвальных работ назначение участков меняется.

При «площадной отсыпке» автосамосвалы последовательно разгружаются на площадке в зоне разгрузки. Затем в зоне планировки осуществляется планирование отсыпаемого слоя бульдозерами. После планировки слоя, осуществляется отсыпка следующего с постепенным наращиванием высоты отвала до проектного значения.

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.

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 производится 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.

Схема формирования отвала периферийным способом приведена на **рис. 18.1**.

Схема формирования отвала площадным способом приведена на **рис. 18.2**.

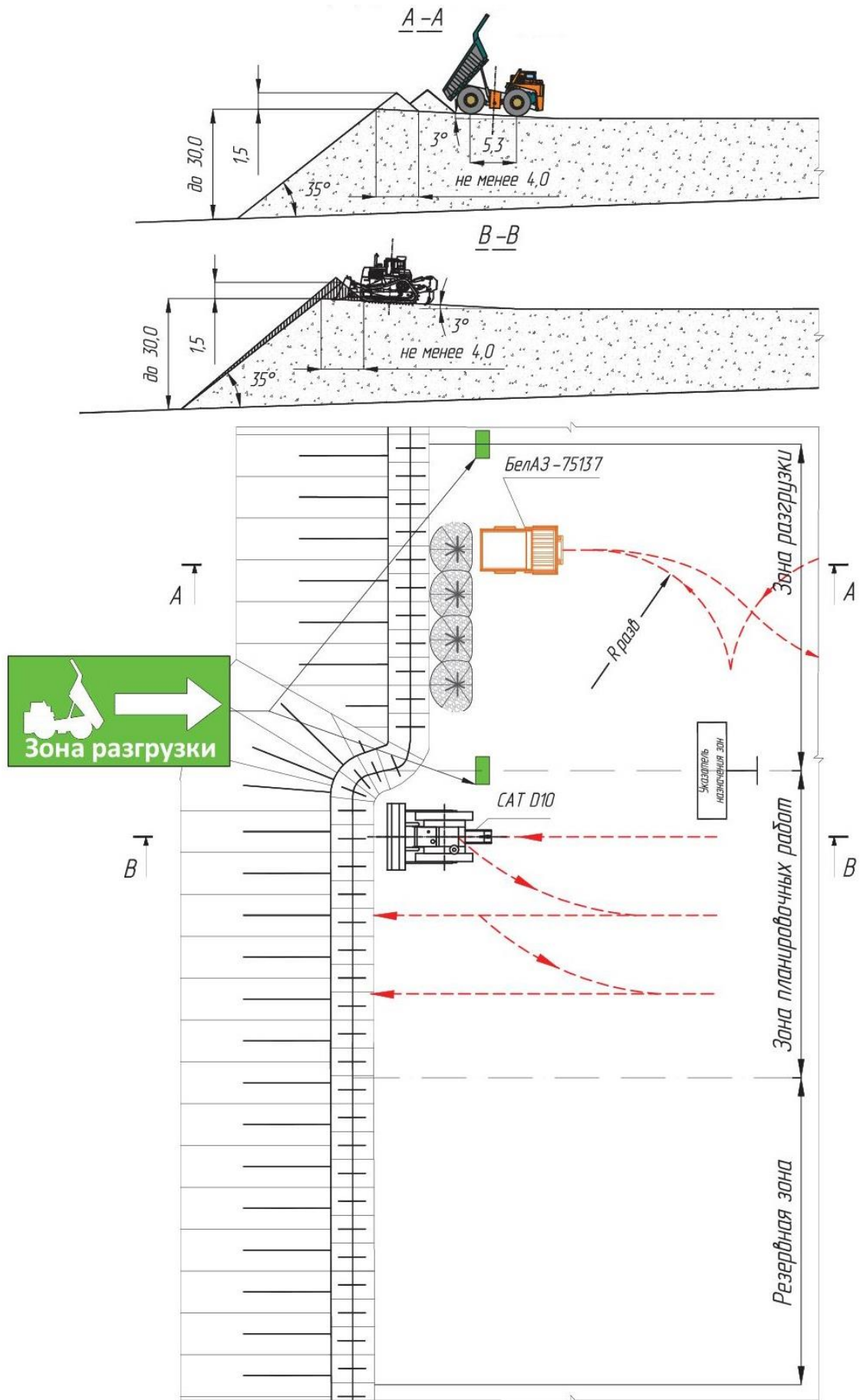


Рисунок 18.1 - Схема формирования отвала периферийным способом

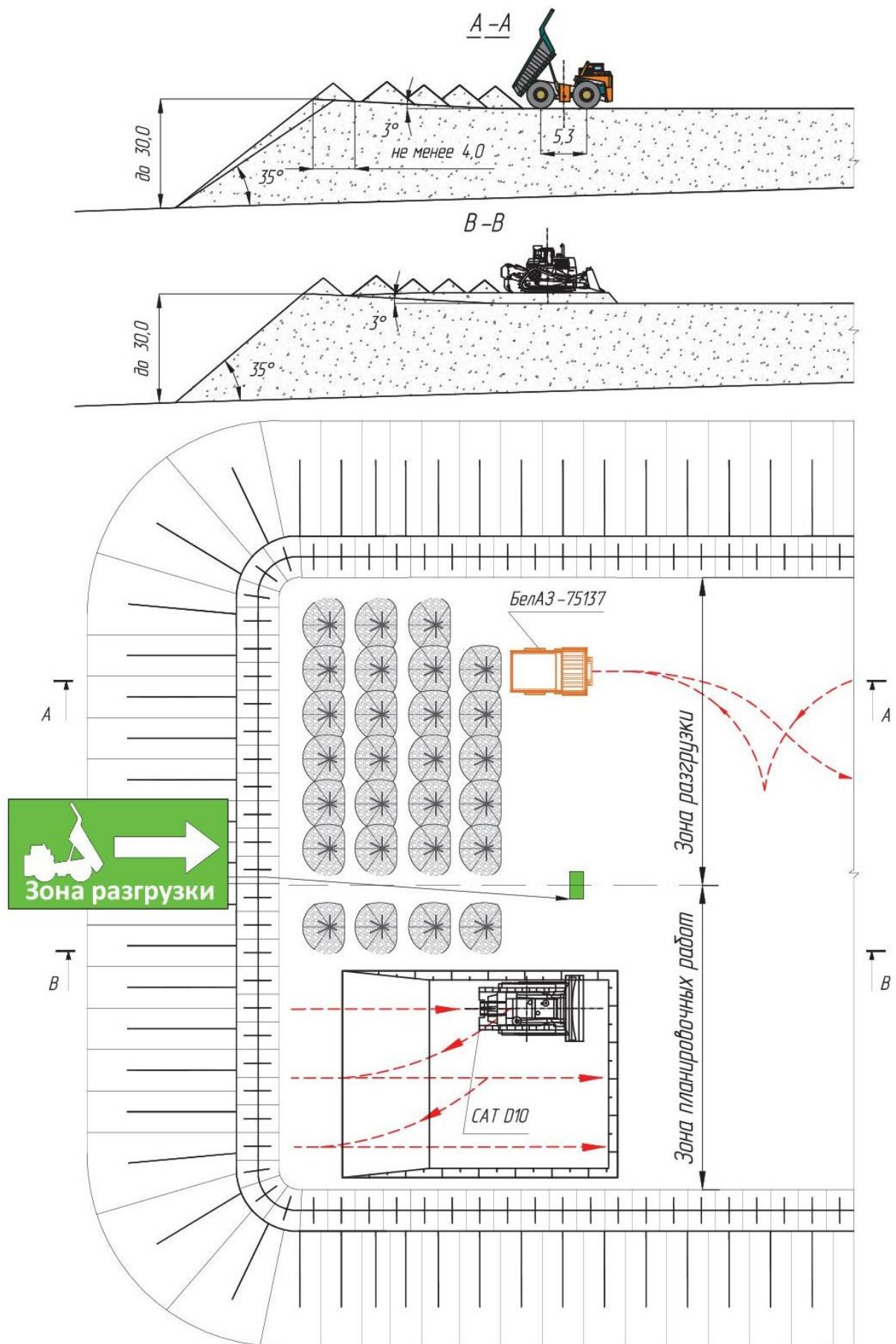


Рисунок 18.2 - Схема формирования отвала площадным способом

18.2.2 Тип и количество отвального оборудования

Формирование отвала осуществляется с помощью гусеничных бульдозеров CAT D10T2 периферийным и/или площадным способами.

Допускается применение аналогичного оборудования других фирм изготовителей, сходного по основным рабочим параметрам и не изменяющего принятую систему разработки.

Расчет производительности бульдозеров на отвале приведен в табл. 18.1.

Таблица 18.1 – Расчёт производительности бульдозера CAT D10T2 на отвале

Наименование показателей	Ед. изм.	Бульдозер на отвале
Тип бульдозера		CAT D10T2
Емкость отвала	м ³	18,5
Коэффициент разрыхления		1,5
Дальность перемещения породы	м	10
Скорость передвижения:		
– передним ходом	м/с	0,8
– задним ходом	м/с	1,36
Время на переключение передач	с	6
Продолжительность рабочего цикла	с	25,9
Коэффициенты:		
– потеря		0,94
– уклона		0,92
– продуктивности		0,60
Часовая производительность при работе	м ³ /ч	891,1
Продолжительность смены	мин	660
Количество смен в сутки	смен	2
Время на:		
– подготовительно-заключительные операции	мин	50
– личные надобности	мин	10
– отдых	мин	
Коэффициенты:		
– климатические (местные) условия		0,96
– изношенность (надежность) оборудования		0,96
Количество дней:		
– работы в год	дней	365
– простоев бульдозера в ремонтах	дней	54
– технологические простои	дней	10
– холостые переходы	дней	5
– работы бульдозера	дней	296
Количество машино-часов работы бульдозера в год	ч	5 720
Производительность:		
– сменная	м ³	8213
– суточная	м ³	16425
– годовая	тыс. м ³	4 862
Мощность бульдозера	кВт	482
Удельный расход топлива	кг/маш. час	66
Расход дизтоплива годовой	т/год	379

С учетом объема поступающих в отвал вскрышных пород, потребность предприятия в бульдозерах задействованных на отвалообразовании составит 4 ед. CAT D10T2.

Количество основного и вспомогательного оборудования на I этапе отработки Печегубского месторождения представлено в табл. 17.1.

18.3 Параметры отвалов

Параметры проектируемого отвала пустой породы на конец формирования приведены в табл. 18.2.

Объем вскрышных пород, размещаемый в отвале в течение рассматриваемого I этапа разработки Печегубского карьера, составляет 69 119,9 тыс. м³ в плотном теле, что соответствует 78 374,4 тыс. м³ породы в разрыхленном состоянии (с учетом коэффициента остаточного разрыхления 1,15 для скальных пород и 1,05 для рыхлых).

Отвал вскрышных пород отсыпается последовательно четырьмя ярусами высотой до 30 м.

Рыхлые породы отсыпаются двумя ярусами высотой 15 м в северной части отвала.

Угол откоса отвальных ярусов составляет 35°.

Ширина предохранительных берм в скальных породах принята 52 м, в рыхлых породах – 40 м.

Результирующий угол откоса отвала составляет 15-24°.

Абсолютная отметка кровли первого яруса +165 м, второго +195 м, третьего +225 м, четвертого +255 м.

Высота первого яруса в местах локального понижения рельефа достигает 34 м, таким образом, максимальная высота отвала составит 124 м.

Таблица 18.2 - Параметры проектируемого отвала пустой породы

Наименование показателей	Единицы измерения	Отвал пустых пород
Максимальное количество породы, размещаемое в отвале (в плотном теле), в т.ч. по типам пород:	тыс. м ³	69 119,9
– скальная вскрыша	тыс. м ³	57 985,0
– рыхлая вскрыша	тыс. м ³	11 134,9
Коэффициент остаточного разрыхления для скальных пород		1,15
Коэффициент остаточного разрыхления для рыхлых пород		1,05
Максимальный объем отвала с учетом коэффициента разрыхления (емкость отвала), в т.ч. по типам пород:	тыс. м ³	78 374,4
– скальная вскрыша	тыс. м ³	66 682,8
– рыхлая вскрыша	тыс. м ³	11 691,6
Плотность скальной отвальной массы в целике	т/м ³	2,80
Плотность рыхлой отвальной массы в целике	т/м ³	2,00
Максимальная высота отвала	м	124
Количество ярусов	ед.	4
Высота яруса (скальная вскрыша)	м	30
Высота яруса (рыхлая вскрыша)	м	15
Угол откоса яруса	град.	35
Ширина предохранительной бермы в скальной отвальной массе	м	52
Ширина предохранительной бермы в рыхлой отвальной массе	м	40
Результирующий угол откоса отвала	град.	15-24°

Наименование показателей	Единицы измерения	Отвал пустых пород
Площадь основания отвала	га	186,6

18.4 Календарный план отсыпки отвалов

На отвале предусматривается сформировать две системы заездов: у северной и южной границ карьера соответственно. Две обособленные системы заездов позволят на начальном этапе развития горных работ отсыпать отвал одновременно с двух сторон в направлении оз. Окунье, которое находится в центре участка, отведенного под отвал.

Размещение отвала на площадях водных объектов не предусматривается. Два мелких озера без названия (озеро без названия №1 и №2) предварительно засыпаются скальным грунтом, а при развитии отвальных работ в направлении оз. Окунье (начиная с шестого года ведения работ) производится его предварительное осушение.

Кроме того, развитие отвала в юго-восточном направлении предусматривает перенос русла ручья без названия и строительство руслоотводного канала.

С целью обеспечения безопасности работ по формированию отвала предусматривается сбор грунтовых и атмосферных сточных вод с поверхности отвала в систему водоотводных канав, с последующим отведением воды в зумпфы и далее на очистку в локальных очистных сооружениях.

Предусматривается следующий порядок формирования отвала по годам:

Первый год – формирование отвала начинается у северной границы карьера в северной части участка, отведенного под отвал. Отметка кровли отсыпаемого яруса +210 м. Направление фронта отвальных работ – восточное.

Положение отвала пустой породы на конец первого года ведения работ приведено на **черт. П12179-00-200-ТОР, лист 2.**

Второй год – продолжается отсыпка рыхлой вскрыши в северной части участка (ярус +210 м), начинается отсыпка скальной вскрыши в северной и южной частях участка. Для обеспечения устойчивости ярусов, отсыпаемых из рыхлой вскрыши, в северной части участка предусматривается формирование предотвала из скальной вскрыши (отметка кровли +195 м), кроме того, в восточной части участка, в границах отсыпки рыхлой вскрыши, формируется ярус скальной вскрыши +195 м. Ярус скальной вскрыши +195 м отсыпается до границы водоохранной зоны оз. Окунье. После отсыпки предотвала, а также по мере отсыпки яруса скальной вскрыши +195 м в южном направлении, происходит окончательное формирование яруса рыхлой вскрыши с отметкой +210 м. В то же время, начинается отсыпка скальной вскрыши у южной границы карьера (ярус +165 м). Направление развития фронта отвальных работ на ярусе скальной вскрыши +165 м – восточное.

Положение отвала пустой породы на конец второго года ведения работ приведено на **черт. П12179-00-200-ТОР, лист 3.**

Третий год – в северной части участка продолжается отсыпка второго яруса рыхлой вскрыши (+225 м), формирование яруса +225 м продолжается из скальной вскрыши в южном направлении. Продолжается отсыпка яруса скальной вскрыши (+165 м) в южной части участка. При развитии работ на ярусе скальной вскрыши в южной части участка (+165 м) производится предварительная засыпка озера без названия скальным грунтом крупностью 0-700 мм в объеме ~8,9 тыс. м³. Направление развития отвального фронта на ярусе +165 м – восточное.

Положение отвала пустой породы на конец третьего года ведения работ приведено на **черт. П12179-00-200-ТОР, лист 4.**

Четвертый год – продолжается отсыпка вскрыши на ярусе +225 м в северной части участка, в южной части участка продолжается отсыпка вскрыши на ярусе +165 м, начинается формирование второго яруса вскрыши (+195 м). Поскольку в северной части участка отвальный фронт приблизился к границе водоохранной зоны оз. Окунье, большая часть вскрышных пород в данный период размещается в южной части участка. Направление развития отвальных работ – восточное.

Положение отвала пустой породы на конец четвертого года ведения работ приведено на **черт. П12179-00-200-ТОР, лист 5.**

Пятый год – весь объем отвальных работ сосредоточен в южной части участка. Работы ведутся на ярусе +165 м и +195 м. Направление развития отвальных работ на ярусе +165 м – восточное, на ярусе +195 м – преимущественно южное.

Положение отвала пустой породы на конец пятого года ведения работ приведено на **черт. П12179-00-200-ТОР, лист 6.**

Шестой – десятый года – в данный период осуществляется осушение оз. Окунье. Ложе осушенного озера засыпается скальной вскрышей до отметки +165 м. После осушения озера, работы по отсыпке вскрышных пород осуществляются одновременно с северной и южной сторон участка. Отсыпаемые одновременно с юга и с севера яруса отвала смыкаются (яруса +195 м и +225 м). К окончанию периода в северной и центральной частях отвала отсыпается два яруса скальной вскрыши (отметка кровли +255 м) завершая формирование отвала.

Положение отвала пустой породы на конец формирования приведено на **черт. П12179-00-200-ТОР, лист 7.**

Вместимость проектируемого породного отвала ограничена границами существующего земельного отвода. Для размещения всего объема вскрыши,

предусмотренного проектом разработки Печегубского карьера, к окончанию десятилетнего периода (I этап) будет произведено расширение земельного отвода и разработана корректировка проектной документации в части породного отвала.

Календарный план формирования проектируемого отвала приведен в **табл. 18.3**.

Таблица 18.3 - Календарный план формирования внешнего отвала

Наименование показателя	Ед. изм.	Период ведения работ – I этап										
		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	Итого
Вскрышные породы, в т.ч. по типам (в пл. теле):	тыс.м ³	7 076	6 868	7 192	7 017	6 927	6 808	6 808	6 808	6 808	6 808	69 119,9
Скальная вскрыша	тыс.т.	18 163	11 618	12 853	13 372	14 272	15 830	19 063	19 063	19 063	19 063	162 358,1
	тыс.м ³	6 487	4 149	4 590	4 776	5 097	5 654	6 808	6 808	6 808	6 808	57 985,0
Рыхлая вскрыша	тыс.т.	1 179	5 437	5 203	4 482	3 660	2 309	-	-	-	-	22 269,7
	тыс.м ³	590	2 719	2 601	2 241	1 830	1 155	-	-	-	-	11 134,9
Отвалообразование												
Вскрыша в отвале с учетом $K_{разр}$	тыс.т.	19 342	17 055	18 056	17 854	17 932	18 139	19 063	19 063	19 063	19 063	184 627,8
	тыс.м ³	8 079	7 626	8 010	7 845	7 783	7 714	7 829	7 829	7 829	7 829	78 374,4
Скальная вскрыша ($K_{разр} = 1,15$)	тыс.т.	18 163	11 618	12 853	13 372	14 272	15 830	19 063	19 063	19 063	19 063	162 358,1
	тыс.м ³	7 460	4 772	5 279	5 492	5 862	6 502	7 829	7 829	7 829	7 829	66 682,8
Рыхлая вскрыша ($K_{разр} = 1,05$)	тыс.т.	1 179	5 437	5 203	4 482	3 660	2 309	-	-	-	-	22 269,7
	тыс.м ³	619	2 854	2 731	2 353	1 922	1 212	-	-	-	-	11 691,6

19 КАРЬЕРНЫЙ ТРАНСПОРТ

19.1 Выбор технологического транспорта

При разработке Печегубского месторождения предусмотрены следующие виды автомобильных перевозок технологическим автотранспортом:

- транспортировка скальной и рыхлой вскрыши на внешний отвал вскрышных пород;

- транспортировка руды на перегрузочный пункт;



Для выполнения всего объема перевозок горной массы предусматривается использовать автосамосвалы **БЕЛАЗ-75137** грузоподъемностью 130 т и объемом кузова 71,2 м³, либо аналоги.

Транспортирование горной массы, помимо основного автосамосвала БЕЛАЗ-75137 грузоподъемностью 130 тонн, может осуществляться с помощью других автосамосвалов транспортного управления АО «Олкон», грузоподъемностью 91-136 т:

- KOMATSU HD785 (г/п 91 т);
- VOLVO R100E (г/п 95 т);
- CATERPILLAR 777E (г/п 93 т);
- CATERPILLAR 785C (г/п 136 т);
- БЕЛАЗ 7513N (г/п 130).

Перечень предусматриваемых к использованию автосамосвалов и их основные характеристики представлены в **табл. 19.1**.

Таблица 19.1 - Технические характеристики горного оборудования

Показатель	Ед. изм.	Значение	Общий вид
<i>БЕЛАЗ-75137 (расчетный самосвал на перевозках)</i>			
Грузоподъемность	т	130	
Вместимость кузова	м ³	71,2	
Диаметр заднего колеса, м	м	3,0	
Габаритная ширина	м	6,4	
Радиус поворота	м	13	
<i>KOMATSU HD785-7</i>			
Грузоподъемность	т	91	
Вместимость кузова	м ³	60	
Диаметр заднего колеса	м	2,6	
Габаритная ширина	м	6,3	
Радиус поворота	м	10,1	
<i>VOLVO R100E</i>			
Грузоподъемность	т	95	
Вместимость кузова	м ³	60,4	

Показатель	Ед. изм.	Значение	Общий вид
Диаметр заднего колеса, м	м	2,6	
Габаритная ширина	м	5,9	
Радиус поворота	м	11,5	
<i>CATERPILLAR 777E</i>			
Грузоподъемность	т	93	
Вместимость кузова	м ³	60,1	
Диаметр заднего колеса, м	м	2,6	
Габаритная ширина	м	6,2	
Радиус поворота	м	12,8	
<i>CATERPILLAR 785C</i>			
Грузоподъемность	т	136	
Вместимость кузова	м ³	78	
Диаметр заднего колеса, м	м	3,0	
Габаритная ширина	м	6,2	
Радиус поворота	м	13,8	
<i>CATERPILLAR 785D</i>			
Грузоподъемность	т	133	
Вместимость кузова	м ³	78	
Диаметр заднего колеса, м	м	3,0	
Габаритная ширина	м	6,8	
Радиус поворота	м	14,9	
<i>CATERPILLAR 789D (расчетный самосвал для автодорог)</i>			
Грузоподъемность	т	181	
Вместимость кузова	м ³	108	
Диаметр заднего колеса, м	м	3,3	
Габаритная ширина	м	7,77	
Радиус поворота	м	13,8	

19.2 Производительность и количество транспортного оборудования

Расчет производительности технологического автотранспорта на перевозках руды и вскрышных пород приведен в табл. 19.2.

Таблица 19.2 - Расчет производительности автосамосвалов БЕЛАЗ-75137

Наименование	Ед. изм.	Показатель		
		БЕЛАЗ-75137	Скальная вскрыша	Рыхлая Вскрыша
Тип самосвала на транспортировании		БЕЛАЗ-75137		
Тип груза		Скальная вскрыша	Рыхлая Вскрыша	Руда

Наименование	Ед. изм.	Показатель		
Коэффициент неравномерности работы		1,15		
Количество дней работы автосамосвала в период	дней	365		
Количество смен	см.	2		
Техническая грузоподъемность автосамосвала	тонн	130		
Геометрическая емкость кузова (с "шапкой")	м ³	71,2		
Объемный вес горной массы	т/м ³	2,80	2,00	3,47
Коэффициент разрыхления породы		1,50	1,35	1,60
Емкость кузова а/с в целике	тонн	126,0	106,0	130,0
Тип экскаватора при погрузке		ЭКГ-15		
Средневзвешенное расстояние транспортирования	км	2,3	2,3	3,0
Среднейсовая скорость движения автосамосвала	км/ч	23		
Использование календарного времени:				
Время на:				
– подготовительно-заключительную работу	мин	50		
– обед+личные надобности	мин	60		
– ожидание подчистки подъездов бульдозером	мин	10		
Чистое время работы в смену	мин	600		
Вспомогательное время :				
– установка под погрузку	мин	0,8		
– установка под разгрузку	мин	0,7		
– время погрузки	мин	3,0	3,0	3,0
– время разгрузки	мин	0,9		
– регламентированные перерывы	мин	0,4		
Время движения в двух направлениях	мин	8,9	8,9	10,4
Продолжительность рейса	мин	14,7	14,7	16,3
Количество рейсов в смену		40	40	36
Сменная производительность автосамосвала	т/см	5200	4220	4680
Коэффициенты учитывающие :				
климатические (местные) условия		0,96		
ведение взрывных работ в течение смены		0,97		
орошение забоя в течение смены		0,97		
транспортирование на расстояние от гаража		0,98		
селективная выемка		0,95	1,00	0,95
Сменная производительность с учетом коэффициентов	т/см	4380	3740	3940
Годовая производительность с учетом коэффициентов	тыс. т/год	2665	2275	2397
Количество дней ремонта в год		70		
Коэффициент списочности		1,2		

С учетом годового объема перевозок расчетное количество автосамосвалов БЕЛАЗ-75137 составит до 15 ед.

Количество основного и вспомогательного оборудования на I этапе отработки Печегубского месторождения представлено в табл. 17.1.

19.3 Параметры проектируемых дорог

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

Автодороги делятся на постоянные и временные. К постоянным относятся дороги на поверхности карьера, в капитальных траншеях (полутраншеях), на отработанных уступах в карьере и на отвале. К временным относятся дороги на скользящих съездах, на рабочих съездах, на рабочих уступах в карьере и на отвале сроком службы до трех лет.

19.3.1 Карьерные дороги

Постоянные технологические дороги, располагаемые в карьере, запроектированы по нормам дорог I-к категории. Категория дороги определена в соответствии с требованиями СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт», главы 7 «Автомобильный транспорт» (табл. 7.1), исходя из интенсивности движения автомобилей.

Временные автодороги в карьере и на отвале запроектированы по нормам III-к категории.

Руководящий уклон постоянных автодорог принят 80‰. Временные автодороги проектируются с продольным уклоном 100‰.

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

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

Основным параметром, влияющим на ширину проезжей части карьерных дорог, является габаритный размер расчетного автосамосвала (БЕЛАЗ-75137).

Ширина проезжей части карьерных технологических автодорог I-к категории составляет **22,5 м** (для карьера в I дорожно-климатической зоне), ширина обочин принята **2,0 м**. Общая ширина земляного полотна без учёта ограждающих устройств составит - **26,5 м**.

Расстояние от внутренней бровки направляющего породного вала до проезжей части принимается **1,5 м** (в соответствии с требованиями п. 1168 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...») должно быть не менее 0,5 диаметра колеса автомобиля максимальной грузоподъемности, эксплуатируемого в карьере и не менее 0,5 (1,0) м согласно п.7.5.1. СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт»). При применении автосамосвалов БЕЛАЗ-75137, имеющего колеса диаметром ~3 м (33.00R51), половина диаметра колеса составит 1,5 м.

Ширина основания направляющего породного вала, высота которого должна составлять не менее половины диаметра колеса самого большого по грузоподъемности эксплуатируемого автомобиля (п. 1168 ФНиП в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ ...»). При применении автосамосвалов БЕЛАЗ-75137 высота направляющего породного вала составит **1,5 м**, ширина основания – **4,0 м**.

Расстояние от нижней бровки направляющего породного вала до верхней бровки уступа. Согласно требованиям, п. 1168 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...» вертикальная ось, проведенная через вершину породного вала, должна располагаться

вне призмы возможного обрушения, а нижняя бровка вала должна быть расположена на расстоянии не менее 1 м от верхней бровки уступа. Таким образом, расстояние от нижней бровки направляющего вала до верхней бровки уступа составит минимум **1,0 м**.

Ширина закуветной полки для сбора осыпи принимается **2,0 м**, ширина кювета для отведения стоков **1,5 м**.

Таким образом, ширина постоянного съезда категории I-к составит **34,5 м** (включает в себя ширину проезжей части, обочину, расстояние от проезжей части до предохранительного вала, ширину предохранительного вала по низу, минимальное расстояние от нижней бровки предохранительного вала до верхней бровки уступа, ширину закуветной полки и кювет).

Ширина проезжей части временных карьерных автодорог III-к категории составляет **20,5 м** (для карьера в I дорожно-климатической зоне), ширина обочин принята **2,0 м**. Общая ширина земляного полотна без учёта ограждающих устройств составит - **24,5 м**.

С учетом принятых параметров ограждающего вала и других элементов поперечного профиля, ширина временного съезда категории III-к составит **32,5 м** (включает в себя ширину проезжей части, обочину, расстояние от проезжей части до предохранительного вала, ширину предохранительного вала по низу, минимальное расстояние от нижней бровки предохранительного вала до верхней бровки уступа, ширину закуветной полки и кювет).

19.3.2 Дороги на отвале

При проектировании автодорог на отвале, в качестве расчетного автосамосвала для определения параметров дорог принят автосамосвал грузоподъемностью 180 т с габаритной шириной не превышающей 7,77 м (БЕЛАЗ-75180, CATERPILLAR 789D и другие аналоги), который планируется использовать в перспективе развития Печегубского карьера.

Постоянные технологические дороги, располагаемые на отвале, запроектированы по нормам дорог II-к категории (СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт», табл. 7.1), исходя из интенсивности движения автомобилей. Временные автодороги на отвале запроектированы по нормам III-к категории.

Ширина проезжей части технологических автодорог II-к категории для расчетного автосамосвала составляет 26,5 м (для объекта расположенного в I дорожно-климатической зоне), ширина обочин принята 2,0 м. Общая ширина земляного полотна без учёта ограждающих устройств составит **30,5 м**.

Расстояние от внутренней бровки направляющего породного вала до проезжей части принимается **2,0 м** (в соответствии с требованиями п. 1168 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...» данное расстояние должно быть не менее 0,5 диаметра колеса эксплуатируемого автомобиля максимальной грузоподъемности и не менее 0,5 (1,0) м согласно п.7.5.1 СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт»). Для расчетного

автосамосвала г/п 180 т, имеющего колеса диаметром ~3,3 м (37.00R57), половина диаметра колеса составит 1,7 м.

Высота направляющего породного вала составит **1,7 м**, ширина основания – **4,5 м**. Ширина основания направляющего породного вала должна составлять не менее половины диаметра колеса (п. 1168 ФНиП в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ ...»).

Расстояние от нижней бровки направляющего породного вала до верхней бровки яруса - согласно требованиям, п. 1168 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...» вертикальная ось, проведенная через вершину породного вала, должна располагаться вне призмы возможного обрушения, а нижняя бровка вала должна быть расположена на расстоянии не менее 1 м от верхней бровки уступа (яруса).

Расчетная ширина призмы возможного обрушения составляет 1,7 м, таким образом, расстояние от нижней бровки направляющего вала до верхней бровки яруса составит минимум **1,0 м**.

Ширина закуветной полки для сбора осыпи принимается **2,0 м**, ширина кювета для отведения стоков **1,5 м**.

Общая ширина постоянного съезда на отвале для расчетного автосамосвала составит **39,5 м** (включает в себя ширину проезжей части, обочину, расстояние от проезжей части до предохранительного вала, ширину предохранительного вала по низу, минимальное расстояние от нижней бровки предохранительного вала до верхней бровки яруса, ширину закуветной полки и кювет).

Ширина проезжей части временных отвальных автодорог III-к категории составляет **25,0 м** (для карьера в I дорожно-климатической зоне), ширина обочин принята **2,0 м**. Общая ширина земляного полотна без учёта ограждающих устройств составит – **29,0 м**.

С учетом принятых параметров ограждающего вала и других элементов поперечного профиля, ширина временного съезда на отвале категории III-к составит **38,0 м** (включает в себя ширину проезжей части, обочину, расстояние от проезжей части до предохранительного вала, ширину предохранительного вала по низу, минимальное расстояние от нижней бровки предохранительного вала до верхней бровки уступа, ширину закуветной полки и кювет).

19.3.3 Параметры проектируемых дорог

Параметры проектируемых автодорог в карьере и на отвале для расчетного автосамосвала приведены в **табл. 19.3**.

В случае одностороннего движения и интенсивности, соответствующей для дорог принятых категорий (I-к, II-к, III-к) ширину проезжей части следует принимать в размере не менее двух габаритов расчетного автомобиля.

В стесненных условиях для дорог категорий II-к и III-к, ширину проезжей части с односторонним движением допускается принимать в размере 1,5 габарита расчетного автомобиля при условии обеспечения безопасности дорожного движения (установка дорожных знаков, ограждения, освещения и т.п.). Ширина обочин принимается в соответствии с расчетом по СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт».

Таблица 19.3 - Параметры проектируемых постоянных автодорог

Наименование показателя	Ед. изм.	Обознач.	Показатель			
			Карьер		Отвал	
Категория автодороги	-		I-к	III-к	II-к	III-к
Расчетный автосамосвал	-		БЕЛАЗ-75137		самосвал г/п 180 т	
Ширина автосамосвала	м		6,40		до 7,77	
Руководящий уклон	‰		80	100	80	100
Высота уступа/яруса	м	h_y				
Рабочий угол уступа/яруса	гард.	β	70		37	
Устойчивый угол уступа/яруса	гард.	α	65		35	
Расчетные параметры:						
1. ширина проезжей части	м	$Ш_{пч}$	22,5	20,5	26,5	25,0
2. ширина обочины	м	$Ш_{об}$	2,0		2,0	
3. ширина обочины от проезжей части до предохранительного вала	м	$Ш_{об}$	1,5		2,0	
4. закуветная полка	м	$Ш_{зак.пол}$	2,0		2,0	
5. кювет	м	$Ш_{кюв}$	1,5		1,5	
– ширина по дну	м	$Ш_{дкюв}$	0,5		0,5	
– глубина кювета	м	$Г_{кюв}$	1,0		1,0	
6. высота предохранительного вала	м	$h_{пр.вала}$	1,5		1,7	
7. ширина предохранительного вала по низу	м	$Ш_{пр.вала}$	4,0		4,5	
8. минимальное расстояние от предохранительного вала до верхней бровки уступа	м	c	1,0		1,0	
9. ширина призмы обрушения	м	$Пб$	1,5		1,7	
10. ширина разворотной площадки	м	-	32,5		34,5	
Ширина автодороги на поверхности уступа/отвала	м	-	26,5	24,5	30,5	29,0
Ширина съезда	м	$Ш_{дороги}$	34,5	32,5	39,5	38,0

Типовой поперечный профиль постоянных и временных технологических автодорог на транспортной берме в карьере приведён на рис.19.1.

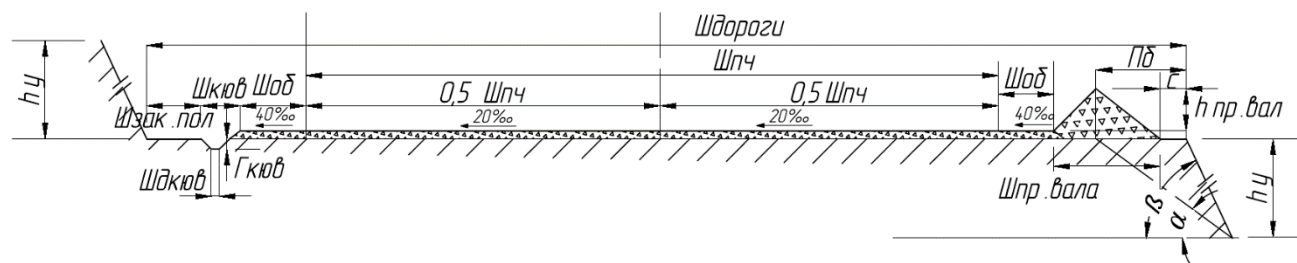


Рисунок 19.1 - Поперечный профиль технологических дорог

19.4 Организация движения

Скорость и порядок движения автомобилей на дорогах карьера устанавливаются техническим руководителем организации и автотранспортного предприятия с учётом местных условий и соблюдения ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...».

Движение на технологических дорогах должно регулироваться дорожными знаками, предусмотренными действующими правилами дорожного движения.

Поток автосамосвалов должен распределяться по забоям таким образом, чтобы максимально сократить простои экскаваторов в ожидании транспорта и простои автосамосвалов в очереди к экскаватору.

19.5 Текущий ремонт и содержание автодорог

Основные работы текущего ремонта включают восстановление поперечного профиля проезжей части, устранение ям, выбоин, заделку колеи, ремонт оградительных валов. 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. Кроме того, предусматривается защита траншей, заездов в карьер и на рабочие горизонты от снежных заносов с помощью деревянных снегозащитных щитов. Очистка траншей и съездов от снега будет осуществляться снегоуборочными машинами.

Для содержания дорог в надлежащем состоянии на предприятии имеется автогрейдер Shantui SG21A-3.

Для орошения дорог в летний период и обработки противогололедной смесью в зимний период, используется поливооросительная машина на шасси БЕЛАЗ-7547 (ёмкость 35 м³) и комбинированная дорожная машина КДМ-11 (ёмкость 10 м³) на шасси КАМАЗ 6522.

19.6 Снегоудаление и складирование снега

В ходе ведения горных работ, в зимнее время года предусматривается удаление снега с поверхности технологических автодорог, а также рабочих площадок с помощью бульдозера.

При очистке технологических автодорог снег сгребается бульдозером на нерабочие площадки в места, не препятствующие движению транспортных средств, работе технологического оборудования и с которых он не может быть перенесен обратно на очищенную поверхность. Если из-за конфигурации рабочей площадки или большой силы

ветра место для складирования снега найти трудно, он вывозится автосамосвалами на снежный штабель, формирующийся на нерабочих площадках карьера или отвала.

На рабочих площадках отвала снег очищается с поверхности зон разгрузки автотранспорта и формирования заходки бульдозером и перемещается за эти зоны на ранее сформированные участки отвала, развитие которых в дальнейшем не предусмотрено, к предохранительному валу. В случае, когда отвальная заходка перемещается на заснеженный участок, перед началом производства отвальных работ снежные сугробы из зоны формирования заходки сгребаются бульдозером к канаве сбора подотвальных вод.

С наступлением потепления вода, образовавшаяся в результате снеготаяния (талые стоки), собирается и отводится на очистку посредством систем карьерного и отвального водоотлива.

Для сбора и отвода сточных вод с поверхности внешнего отвала предусматривается устройство водоотводных канав. Водоотводные канавы формируются вдоль нижней бровки отвала. Планируемая поверхность отвала выполняется с уклоном в сторону водоотводных канав.

20 ОСУШЕНИЕ ПОЛЯ КАРЬЕРА

20.1 Способ осушения поля карьера

Обводнение открытых горных работ на поле проектируемого карьера связано с поступлением подземных и поверхностных вод.

Район Печегубского месторождения характеризуется развитием поровых грунтовых вод в четвертичных отложениях, трещинных вод в зоне выветривания кристаллических пород, трещинно-жильных вод тектонических зон.

Подземные воды месторождения связаны с водоносным комплексом архей-протерозойских трещинных и трещинно-жильных кристаллических пород (AR-PR) распространенных повсеместно, которые на значительной территории залегают под осташковским ледниковым горизонтом. Комплекс кристаллических пород играет основную роль в обводнении месторождения.

Водовмещающие породы представлены трещиноватыми гнейсами, амфиболитами, железистыми кварцитами и различными жильными образованиями. Подземные воды в коренных породах вскрываются всеми разведочными скважинами. Средняя глубина залегания уровня подземных вод в естественном состоянии от поверхности варьирует от 0 до 27 м. Водоносный горизонт обладает свободной поверхностью.

Гидрогеологические условия месторождения находятся в прямой зависимости от климатических факторов. По аналогии с группой месторождений, обрабатываемых открытым способом, главным фактором, осложняющим отработку месторождения, являются водопритоки, формируемые за счет атмосферных осадков, величина которых зависит от интенсивности осадков и периода снеготаяния. Водопритоки за счет подземных вод, как правило, стабильны и зависят от глубины и площади карьера.

Учитывая относительно простые гидрогеологические условия Печегубского месторождения дренирование водовмещающих пород целесообразно осуществлять непосредственно бортами карьера без использования специальных дренажных мероприятий. Таким образом, настоящим проектом осушение карьера предусматривается открытыми горными выработками в сочетании со средствами карьерного водоотлива из выработанного пространства.

20.1.1 Приток за счёт подземных вод

Прогноз притоков воды в карьер за счет подземных вод выполнен на основе аналитических расчетов на основные расчетные периоды (по площади водосбора) по формуле «большого колодца» с учетом особенностей гидрогеологических условий карьера и принятого развития горных работ; расчет выполнен на конец отработки (см. **Том 10.1**).

Расчет водопритока производится по формуле «большого колодца»:

$$Q = 1,36 \times K \times \frac{H^2 - h_0^2}{\lg R - \lg r_0} \quad (20.1)$$

где K – коэффициент фильтрации, м/сут (принимается наибольшее значение, отмеченное в скважине 31);

H – мощность водоносного горизонта, м (принимается по глубине карьера на каждом из участков);

h_0 – глубина воды в приемной части карьера, м (принимается нулевой);

R – радиус влияния водоотлива, определяется по формуле:

$$R = \sqrt{r^2 + 30KhS(1 + 0,00015r^2)} \quad (20.2)$$

r – приведенный радиус «большого колодца», м, рассчитан по формуле:

$$r = \sqrt{\frac{F}{3,14}} \quad (20.3)$$

где F – площадь развития горных работ, м².

Для участка №1 Карьера №1 радиус влияния принят равным расстоянию до оз. Печгуба.

Результаты проведенных гидрогеологических изысканий изложены выше при описании гидрогеологических условий месторождения. Понижение уровня принимается от абсолютной отметки бровки карьера на каждом участке до абсолютной отметки дна соответствующего участка.

Ниже (табл. 20.1) приведены результаты расчета притока подземных вод в карьер.

Таблица 20.1 – Исходные данные и результаты расчетов подземных вод на конец отработки

Параметр	Ед. изм.	Карьер №1			Карьер №2
		Участок №1	Участок №2	Участок №3	
Коэффициент фильтрации	м/сут	0.0722	0.0722	0.0722	0.0722
Мощность водоносного горизонта	м	127	130	127	63
Площадь развития горных работ	м ²	127	130	127	63
Приведенный радиус	м	464	289	261	137
Радиус влияния	м	1100	762	679	227
Приток	м ³ /сут	4230	3948	3819	1776

Подземные воды откачиваются из карьера круглогодично, круглосуточно.

20.1.2 Водопритоки за счёт поверхностных вод

Расчет объема сточных вод, поступающих в карьер, выполнен в соответствии с «Пособием по проектированию защиты горных выработок от подземных и поверхностных вод и водопонижения при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений (к СНиП 2.06.14-85

и СНиП 2.02.01-83)» и «Рекомендациями по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты» (ФГУП «НИИ ВОДГЕО», Москва, 2015 г.).

Расчетный приток дождевых вод в выработки определен методом предельных интенсивностей, исходя из 10% обеспеченности суточного слоя осадков, принятого в соответствии с «Пособием...». Суточный приток дождевых (Q_d) вод в карьер для расчета водосборников определен в соответствии с п. 3.9 «Пособия по проектированию защиты горных выработок от подземных и поверхностных вод и водопонижения при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений (к СНиП 2.06.14-85 и СНиП 0.02-01-83)» (далее «Пособия») по формуле:

$$Q_d = 10h_{10}\psi_d FK \quad (20.4)$$

где K – коэффициент, учитывающий неравномерность выпадения дождя по площади (принимается по табл. 4 «Пособия», для площадей до 500 га – 1);

ψ_d – значение общего коэффициента суточного стока дождевых вод (принимается по табл. 2 «Пособия» для прочих грунтовых поверхностей), 0,15;

h_{10} – слой суточных осадков 10% обеспеченности (принимается по табл. 5 «Пособия...» для Мончегорска, 39 мм);

F – общая водосборная площадь, га (принимается по водосборной площади, с учетом положения локальных водоразделов).

Суточный приток дождевых вод повторяемостью 0,33 года ($Q_{0,33}$) для расчета насосной станции определяется по формуле:

$$Q_{0,33} = 10h_{0,33}\psi_d FK \quad (20.5)$$

где $h_{0,33}$ – слой суточных осадков при периоде его однократного превышения 0,33 года, мм, определяется по формуле:

$$h_{0,33} = \mu h_5 \quad (20.6)$$

где μ – переходный коэффициент, принимается по табл. 3 «Пособия» для севера европейской части России равным 0,47;

h_5 – слой суточных осадков повторяемостью 5 лет (принимается по табл. 5 «Пособия...» для Мончегорска, 32 мм).

Среднесуточный приток талых вод определяется по формуле:

$$Q = 10h_c\psi_t FN_y \quad (20.7)$$

где h_c – суточный слой талых вод (принимается по табл. 12 «Рекомендаций...» для 3-го климатического района и 50% обеспеченности), мм;

ψ_t – коэффициент стока талых вод с учетом частичного испарения снега, находится в пределах 0,5-0,7;

N_y – коэффициент вывоза и уборки снега.

Ниже (табл. 20.2) приведены результаты расчетов.

Таблица 20.2 – Сводная таблица результатов расчета притока поверхностных вод

Параметр	Ед. изм.	Карьер №1			Карьер №2
		Участок №1	Участок №2	Участок №3	
Коэффициент, учитывающий неравномерность выпадения дождя по площади	-	1	1	1	1
Значение общего коэффициента суточного стока дождевых вод	-	0,15	0,15	0,15	0,15
Значение коэффициента стока талых вод	-	0,7	0,7	0,7	0,7
Слой суточных осадков 10% обеспеченности	мм	32	32	32	32
Переходной коэффициент	-	0,47	0,47	0,47	0,47
Суточный слой талых вод	мм	15	15	15	15
Коэффициент вывоза и уборки снега		0,95	0,95	0,95	0,95
Общая водосборная площадь	га	135,7	45,6	37,9	30,6
Суточный приток дождевых вод обеспеченностью 10%	м³/сут	7938	2668	2217	1790
Суточный приток дождевых вод повторяемостью 0,33 года	м³/сут	3061	1029	855	690
Суточный приток талых вод	м³/сут	13536	4549	3781	3052

Как следует из расчета, наибольшее значение имеют притоки, вызванные притоком талых вод, которые и будут учитываться для расчета максимального притока.

20.1.3 Сведения о величине ожидаемых водопритоков

Ниже (табл. 20.3) приведен сводный результат расчета нормального и максимального притоков в карьер с учетом притока технологических вод. Также ниже (табл. 20.4) приведены сведения о годовом объеме поступающих в рудник вод, при этом годовой объем притока подземных вод был получен умножением часового притока на 24 часа в сутки, а годовой объем притока поверхностных вод был определен по формуле (20.4) для максимального годового слоя осадков 487 мм при коэффициенте стока 0,7 для стока в холодный период (142 мм) и 0,15 – для стока в теплый период (345 мм).

Таблица 20.3 – Сводный результат расчета нормального и максимального притоков

Участок	Естественный приток подземных вод, м ³ /ч	Приток технологических вод, м ³ /ч	Нормальный приток, м ³ /ч	Приток поверхностных вод, м ³ /ч	Макс. приток, м ³ /ч
Карьер №1 участок №1	176	31	207	564	771
Карьер №1 участок №2	165	12	177	190	366
Карьер №1 участок №3	159	10	169	158	327
Карьер №2	74	3	77	127	204

Таблица 20.4 – Годовой приток в карьер

Участок	Годовой естественный приток подземных вод, м ³	Годовой приток технологических вод, м ³	Годовой нормальный приток, м ³	Годовой приток поверхностных вод, м ³	Годовой совокупный приток, м ³
Карьер №1 участок №1	1543810	49613	1593423	205111	1798534
Карьер №1 участок №2	1441107	19262	1460369	68924	1529293
Карьер №1 участок №3	1393903	15708	1409611	57286	1466897
Карьер №2	648148	4317	652465	46252	698716

20.2 Водоотлив. Водоотливное оборудование

Во избежание подтопления, в карьере предусматривается система водоотлива. При помощи насосной установки вода с дна карьера по стальным трубопроводам подается на борт карьера. Далее трубопроводы прокладываются по поверхности земли, опираясь на естественное основание, до водосборника карьерных вод. Вода из водосборника самотёком отводится на очистные сооружения. Для очистки сточных вод предусматриваются локальные очистные сооружения (ЛОС) в блочно-модульном подземном исполнении.

В основных технических решениях рассматривается отработка карьера в течении первых 10 лет (2023-2032 гг.) – I этап.

В табл. 20.5 приведены прогнозные притоки по участкам обрабатываемого карьера на конец рассматриваемого периода.

Таблица 20.5 - Прогнозные притоки по участкам обрабатываемого карьера на конец рассматриваемого периода

Карьер/участок	Нормальный приток, м ³ /час	Максимальный приток, м ³ /час
Карьер №1		
участок №1	207	771
участок №2	177	366
участок №3	169	327
Карьер №2	77	204
Примечание – водопритоки указаны с учетом притока технологических вод		

20.2.1 Расчет водоотливной установки

20.2.1.1 Карьер №1 (участок №1)

Исходные данные для расчета водоотливной установки:

- величина нормального часового притока – 207 м³/час;
- величина максимального часового притока – 771 м³/час;
- высота подъема воды (геодезическая высота) – 117 м;
- длина трубопровода – 500 м.

Откачка воды предусматривается насосами типа ЦНС 300-180.

Требуемое количество насосов для откачки нормального притока:

$$N = \frac{207 \cdot 24}{20 \cdot 300} = 0,8$$

потребуется 1 насос.

Требуемое количество насосов для откачки максимального притока:

$$N = \frac{771 \cdot 24}{20 \cdot 300} = 3,0$$

принимаем 3 рабочих насоса.

Таким образом, в соответствии с п. 998 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...», необходимо 4 насоса типа ЦНС 300-180 (3 в работе + 1 в резерве).

Диаметр труб (d_m) выбирается с учетом максимального объема перекачиваемой воды и скорости движения воды в трубах.

Диаметр трубопровода подачи воды со дна карьера (отм. +65 м) на отм. +182 м:

$$d_m = \sqrt{\frac{300 \cdot 3}{900 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 3}} = 0,188 \text{ м.}$$

Принимаем трубопровод DN 200 (3 рабочих става), сталь Ст20 по ГОСТ 8732-78.

Необходимый манометрический напор насоса составит около 154 м.

В соответствии с приведенными выше расчетами, на проектируемом водоотливе принимаем:

- насосные агрегаты с насосами типа ЦНС 300-180 – 4 шт. (3 в работе + 1 в резерве);
- трубопровод DN 200 – 4 шт. (3 рабочих + 1 резервный).

20.2.1.2 Карьер №1 (участок №2)

Исходные данные для расчета водоотливной установки:

- величина нормального часового притока – 177 м³/час;
- величина максимального часового притока – 366 м³/час;
- высота подъема воды (геодезическая высота) – 102 м;
- длина трубопровода – 1000 м.

Откачка воды предусматривается насосами типа ЦНС 300-180.

Требуемое количество насосов для откачки нормального притока:

$$N = \frac{177 \cdot 24}{20 \cdot 300} = 0,71$$

потребуется 1 насос.

Требуемое количество насосов для откачки максимального притока:

$$N = \frac{366 \cdot 24}{20 \cdot 300} = 1,46$$

принимаем 2 рабочих насоса.

Таким образом, в соответствии с п. 998 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...», необходимо 3 насоса типа ЦНС 300-180 (2 в работе + 1 в резерве).

Диаметр труб (d_m) выбирается с учетом максимального объема перекачиваемой воды и скорости движения воды в трубах.

Диаметр трубопровода подачи воды со дна карьера (отм. +80 м) на отм. +182 м:

$$d_m = \sqrt{\frac{300 \cdot 2}{900 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 2}} = 0,188 \text{ м.}$$

Принимаем трубопровод DN 200 (2 рабочих става), сталь Ст20 по ГОСТ 8732-78.

Необходимый манометрический напор насоса составит около 165 м.

В соответствии с приведенными выше расчетами, на проектируемом водоотливе принимаем:

- насосные агрегаты с насосами типа ЦНС 300-180 – 3 шт. (2 в работе + 1 в резерве);
- трубопровод DN 200 – 3 шт. (2 рабочих + 1 резервный).

20.2.1.3 Карьер №1 (участок №3)

Исходные данные для расчета водоотливной установки:

- величина нормального часового притока – 169 м³/час;
- величина максимального часового притока – 327 м³/час;
- высота подъема воды (геодезическая высота) – 102 м;
- длина трубопровода – 500 м.

Откачка воды предусматривается насосами типа ЦНС 300-180.

Требуемое количество насосов для откачки нормального притока:

$$N = \frac{169 \cdot 24}{20 \cdot 300} = 0,68$$

потребуется 1 насос.

Требуемое количество насосов для откачки максимального притока:

$$N = \frac{327 \cdot 24}{20 \cdot 300} = 1,31$$

принимаем 2 рабочих насоса.

Таким образом, в соответствии с п. 998 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...», необходимо 3 насоса типа ЦНС 300-180 (2 в работе + 1 в резерве).

Диаметр труб (d_m) выбирается с учетом максимального объема перекачиваемой воды и скорости движения воды в трубах.

Диаметр трубопровода подачи воды со дна карьера (отм. +80 м) на отм. +182 м:

$$d_m = \sqrt{\frac{300 \cdot 2}{900 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 2}} = 0,188 \text{ м.}$$

Принимаем трубопровод DN200 (2 рабочих става), сталь Ст20 по ГОСТ 8732-78.

Необходимый манометрический напор насоса составит около 139 м.

В соответствии с приведенными выше расчетами, на проектируемом водоотливе принимаем:

- насосные агрегаты с насосами типа ЦНС 300-180 – 3 шт. (2 в работе + 1 в резерве);
- трубопровод DN 200 – 3 шт. (2 рабочих + 1 резервный).

20.2.1.4 Карьер №2

Исходные данные для расчета водоотливной установки:

- величина нормального часового притока – 77 м³/час;
- величина максимального часового притока – 204 м³/час;
- высота подъема воды (геодезическая высота) – 72 м;
- длина трубопровода – 300 м.

Откачка воды предусматривается насосами типа ЦНС 180-128.

Требуемое количество насосов для откачки нормального притока:

$$N = \frac{77 \cdot 24}{20 \cdot 180} = 0,51$$

потребуется 1 насос.

Требуемое количество насосов для откачки максимального притока:

$$N = \frac{204 \cdot 24}{20 \cdot 180} = 1,36$$

принимаем 2 рабочих насоса.

Таким образом, в соответствии с п. 998 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...», необходимо 3 насоса типа ЦНС 180-128 (2 в работе + 1 в резерве).

Диаметр труб (d_m) выбирается с учетом максимального объема перекачиваемой воды и скорости движения воды в трубах.

Диаметр трубопровода подачи воды со дна карьера (отм. +110 м) на отм. +182 м:

$$d_m = \sqrt{\frac{180 \cdot 2}{900 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 2}} = 0,146 \text{ м.}$$

Принимаем трубопровод DN 150 (2 рабочих става), сталь Ст20 по ГОСТ 8732-78.

Необходимый манометрический напор насоса составит около 106 м.

В соответствии с приведенными выше расчетами, на проектируемом водоотливе принимаем:

- насосные агрегаты с насосами типа ЦНС 180-128 – 3 шт. (2 в работе + 1 в резерве);
- трубопровод DN 150 – 3 шт. (2 рабочих + 1 резервный).

В табл. 20.6 представлены характеристики проектируемых водоотливных установок.

Таблица 20.6 - Характеристики проектируемых водоотливных установок

№ п/п	Участок	Приток, м ³ /час		Насосные агрегаты				Напорный трубопровод ГОСТ 8732-78)	
		Норм.	Макс.	Модель насоса*	Электро-двигатель	Количество, шт.		Условный внутренний диаметр	Кол-во ставов (раб./рез.)
						Раб.	Рез.		
1.	Карьер №1								
1.1	Участок №1	207	771	ЦНС 300-180**	250 кВт 380/660; 6000 В	3	1	DN 200	3/1
1.2	Участок №2	177	366	ЦНС 300-180**	250 кВт 380/660; 6000 В	2	1	DN 200	2/1
1.3	Участок №3	169	327	ЦНС 300-180**	250 кВт 380/660; 6000 В	2	1	DN 200	2/1
2.	Карьер №2	77	204	ЦНС 180-128	110 кВт 380/660 В	2	1	DN 150	2/1

Примечания:
* Марка оборудования, комплектация и фирма поставщик уточняется Заказчиком при приобретении оборудования.
** На балансе предприятия в настоящее время уже имеются насосы ЦНС 300-240, которые недропользователь планировал поставить на водоотлив в Печегубский карьер. Имеющиеся на производстве насосы ЦНС 300-240 допускается применять вместо насосов ЦНС 300-180. Но следует учитывать, что расчет расхода электроэнергии (расчет приведен в разделе 8.1) выполнен из условия применения насосов ЦНС 300-180

20.3 Трубопровод карьерных вод

Из водосборника в ЛОС прокладывается самотёчный трубопровод из полиэтиленовых гофрированных раструбных труб диаметром Ду355. От ЛОС прокладывается трубопровод из полиэтиленовых труб диаметром 710 мм по ГОСТ 18599–2001. Расчетная глубина заложения труб согласно п.6.2.4 СП 32.13330.2018 принимается 2,0 м. Протяжённость трассы до точки сброса составляет 3,6 км. Выпуск в ручей без названия №1 принимается береговым с креплением места выпуска щебнем или каменной наброской для защиты от размыва.

Полиэтиленовые трубы не подвергаются коррозии и поэтому не требуют защиты от агрессивного воздействия грунтов и грунтовых вод.

20.4 Расчёт притоков поверхностных вод с площадей внешних отвалов

Внешний отвал вскрышных пород не входит в объем проектирования настоящей проектной документации и рассмотрен в отдельном «Проекте автомобильных отвалов пустых пород и рыхлой вскрыши Печегубского месторождения железистых кварцитов», выполненном ООО «СПб-Гипрошахт» в 2022 г. и получившем положительное заключение Государственной экспертизы. Представленный раздел выполнен в соответствии с расчетами и положениями «Проекта автомобильных отвалов ...».

В соответствии с принятыми решениями, сбор и отвод поверхностных стоков с водосборной площади внешнего отвала вскрыши предусматривается с помощью водоотводных (водосборных) канав с последующим отводом в водосборники (зумпфы).

Расчетный объем стоков с отвала на конец отработки отводимый на очистку, а также среднегодовые объемы поверхностных вод представлены в **табл. 20.7**.

Также учтён объем притока неочищенных дождевых стоков с проекта по П11967 «Линейный объект транспортной инфраструктуры Печегубского месторождения» в объеме 32612 м³/год, который направляется непосредственно в водосборник №2, а также приток очищенных до ПДК бытовых и дождевых стоков с проекта П117829 «Печегубское месторождение, корпус ТО и ТР, АБК» в объеме 19805,4 м³/год, который направляется непосредственно в КНС, установленную после ЛОС №2.

Таблица 20.7 – Объёмы стоков с отвала

Параметр	Ед. изм.	Зумпф №1 (с учётом прилегающей дороги)	Зумпф №2 (с учётом прилегающей дороги)	Итого
Среднегодовой объем дождевых вод с отвала	м ³ /год	103509	17848	121357
Среднегодовой объем талых вод с отвала	м ³ /год	115004	19549	134 553
Среднегодовой объем поливомоечных вод с отвала	м ³ /год	2000	1370	3370
Итого среднегодовой объем поверхностных сточных вод с отвала	м ³ /год	220513	38767	259 280
Среднегодовой объем из проекта П11967 «Линейный объект транспортной инфраструктуры Печегубского месторождения»	м ³ /год	-	32612	32612
Среднегодовой объем из проекта П117829 «Печегубское месторождение, корпус ТО и ТР, АБК»	м ³ /год	-	19805,4	19805,4
Итого:	м ³ /год	220513	91184,4	311697,4
Объем дождевого стока от расчётного дождя с отвала	м ³ /сут	9158	1579	10738
Максимальный суточный объем талых вод с отвала	м ³ /сут	7454	1185	8639

20.5 Отвод поверхностных вод

Представленный раздел выполнен в соответствии с расчетами и положениями «Проекта автомобильных отвалов ...».

С целью обеспечения безопасности работ по формированию отвала предусматривается сбор грунтовых и атмосферных сточных вод с поверхности отвала в систему водоотводных канав, с последующим отведением воды в зумпфы и далее на очистку в локальных очистных сооружениях.

В проекте предусматриваются следующие водоотводные сооружения:

- Руслоотводной канал;
- Водосборная канава № 1;

- Водосборная канава № 2;
- Водосборная канава № 3;
- Водосборная канава № 4;
- Нагорная канава.

Расположение водоотводных сооружений представлено на **черт. П12179-00-200-ТОР лист 7.**

20.5.1 Руслоотводной канал

С целью соблюдения законодательства РФ ручей без названия, протекающий на территории формирования проектируемого отвала, выносится за границы отвала. С этой целью предусматривается устройство руслоотводного канала, который прокладывается с восточной стороны площадки размещения отвала, огибает отвал и сбрасывает сток в существующее русло ручья. Водоохранная зона ручья без названия устанавливается 50 м, в соответствии с Водным кодексом РФ.

Русло канала устраивается в выемке, глубиной от 0,9 до 2,3 м. Протяжённость канала – 984,4 м. Уклон канала переменный и составляет 0,003-0,015, без образования крутонаклонных участков. Ширина русла по дну – 1,0 м, коэффициент заложения откосов – 3, в соответствии с СН 551–82.

20.5.2 Водосборные каналы

С целью предотвращения попадания воды, образуемой поверхностным стоком с территории проектируемого отвала, предусматривается строительство водосборных каналов, которые перехватывают указанные воды и направляют их в зумпфы № 1 и № 2.

Водосборные каналы формируются вдоль нижней бровки отвала. Планируемая поверхность отвала выполняется с уклоном в сторону водосборных каналов.

Водосборные каналы формируются до начала отсыпки отвала.

Параметры и местоположение водосборных каналов во время эксплуатации не меняются. После окончания эксплуатации отвала водосборные каналы рекультивируются.

Водосборные каналы № 1 и № 2 устраиваются с восточной, юго-восточной и южной сторон площадки отвала и сбрасывают воду в зумпф № 1 с последующим направлением ее на очистные сооружения.

Водосборные каналы № 3 и № 4 устраиваются с северной и северо-восточной сторон площадки отвала и сбрасывают воду в зумпф № 2 с последующим направлением ее на очистные сооружения.

Русло канав устраивается в выемке, глубиной от 0,5 до 1,5 м. Уклон канав – переменный и составляет от 0,001 до 0,09. Ширина русла по дну – 0,5–1,0 м, коэффициент заложения откосов – 3 в соответствии с СН 551-82. Протяжённости канав:

- Водосборная канава № 1 – 3209 м;
- Водосборная канава № 2 – 1527 м;
- Водосборная канава № 3 – 350 м;
- Водосборная канава № 4 – 695 м.

Крепление канав на участках с уклонами от 0,001 до 0,01 выполняется щебнем фракции 20-40 мм слоем 0,5 м, в соответствии с СП 100.13330.2016, приложение С, таблица С.1.

Крепление канав на участках с уклонами от 0,01 до 0,09 выполняется скальным грунтом $D_{\text{ср.}}=150-300$ мм слоем 0,5-0,8 м, в соответствии с СП 100.13330.2016, приложение С, таблица С.1.

Раз в полугодие (осенью и весной) производится обслуживание канав с восстановлением крепления дна и откосов, противофильтрационного экрана, проектного поперечного сечения и проектных отметок в продольном профиле.

20.5.3 Нагорная канава

Для защиты карьера и отвала от поверхностного стока в период дождей и снеготаяния предусматривается формирование нагорной канавы.

Нагорная канава предназначена для предохранения отвала от поверхностных стоков по естественному рельефу, формирующихся за счет атмосферных осадков и талых вод, вдоль восточной границы отвала. Вода, собранная в нагорную канаву, перепускается в ручей.

Нагорная канава устраивается с восточной стороны площадки отвала, огибает по внешнему контуру водоотводную канаву № 1 и сбрасывает воду на рельеф. Участок сброса крепится камнем $D_{\text{ср.}}=150$ мм слоем 0,5 м и размерами в плане 5×5 м.

Русло канавы устраивается в выемке глубиной от 0,5 до 2,0 м. Уклон канавы – переменный и составляет от 0,028 до 0,090. Протяжённость канавы – 800 м. Ширина русла по дну – 1,0 м, коэффициент заложения откосов – 3 в соответствии с СН 551–82.

Крепление канавы выполняется скальным грунтом $D_{\text{ср.}}=100$ мм слоем 0,3 м с защитным слоем из щебня фракции 40-70 мм слоем 0,2-0,5 м в соответствии с СП 100.13330.2016, приложение С, таблица С.1.

21 ГЕОЛОГО-МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

21.1 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.

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 АО «Олкон» осуществляются на основании лицензии на производство маркшейдерских работ, выданной региональным управлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

Отработка месторождения ведется открытым способом, что связано с большой протяженностью и мощностью рудного тела, близостью его верхних частей к дневной поверхности. Отработка ведется уступами через 15 м. Доставка руды от добычных экскаваторов до перегрузки производится автотранспортом. Руда с перегрузки вывозится ж/дорожным транспортом на фабрику.

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 съёмки, ведение производной горно-графической документации должны выполняться на автоматизированных рабочих местах.

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

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.

Задачи геолого-маркшейдерской службы

В число задач геолого-маркшейдерской службы предприятия входят:

- проведение опережающего геологического изучения участка недр, обеспечивающего достоверную оценку количества и качества запасов полезного ископаемого, горно-геологических условий его залегания, технологических свойств и горнотехнических условий отработки;
- обеспечение наиболее полного извлечения запасов из недр и систематический контроль за соблюдением полного извлечения запасов при эксплуатации, эти задачи решаются средствами опережающей эксплуатационной разведки и эксплуатационного опробования;
- оперативный учет извлекаемых и оставляемых в недрах запасов по геологическим (подсчетным) блокам и выемочным единицам, по категориям разведанности и подготовленности к эксплуатации (на основе маркшейдерских замеров выполненных объемов подготовительно-нарезных, очистных работ и геологического опробования);
- достоверный сводный учет состояния и движения запасов по месторождению, числящихся на государственном балансе, с внесением необходимых корректировок по

результатам доразведки и эксплуатации в ежегодном годовом отчетном балансе запасов по форме 5-ГР;

- списание с баланса предприятия запасов, погашенных отработкой или неподтвержденных при эксплуатации с обоснованием причин;
- обеспечение сохранности забалансовых и временно неактивных балансовых запасов для последующей разработки;
- 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 объемов добытого полезного ископаемого и произведенных горных работ;
- учет и обоснование горных разработок;
- осуществление контроля за состоянием бортов, траншей, уступов, откосов и 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 сдвигениями 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.

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 на карьере;

– качество и достоверность маркшейдерской документации;

– выполнение планового направления горных работ на карьере;

– правильность вынесения в натуру геометрических параметров и их выполнение.

Маркшейдерское обслуживание карьера и других видов работ должна производиться на регулярной основе. Ход работ контролироваться путем съемки верхнего и нижнего рабочих уступов, отвалов, привязки выработок и скважин, точек геологического контроля границ рудных тел и вмещающих пород.

Маркшейдерская служба на отвальных работах решает следующие задачи:

– выполняет детальную топографическую съемку 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.

– производит трассирование, разбивку и профилирование транспортных коммуникаций на поверхности отвала;

– выполняет периодическую планово-высотную съемку отвала;

– производит наблюдения за деформациями отвала.

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 выколаживанию (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.

21.2 Численность работников геолого-маркшейдерской службы

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

Число участковых маркшейдеров на открытых горных работах определяется по формуле:

$$N = (N_1 + N_2 + N_3) \times K_1 \times K_2, \text{ чел.} \quad (21.1)$$

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

N_2 – число участковых маркшейдеров, необходимых для обеспечения буровзрывных работ;

N_3 – число участковых маркшейдеров, необходимых для выполнения специальных работ;

K_1 – коэффициент, вводимый за влияние глубины карьера на трудоемкость маркшейдерских работ ($K_1=1$ при глубине карьера до 200 м, $K_1=1,2$ при глубине карьера от 200 до 300 м, $K_1 = 1,3$ при глубине карьера более 300 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:

$$N_1 = Np_1 + Np_2 + Np_3, \text{ чел.} \quad (21.2)$$

$$Np_i = \frac{\sum t \times r_i}{p}, \text{ чел.} \quad (21.3)$$

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. 21.1 Для экскаваторов ЭКГ-15 с ёмкостью ковша 15 м^3 $r_i = 2,0$;

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 подступами 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 21.1 - Коэффициенты приведения количества экскаваторов

Вместимость ковша экскаваторов типа мехлопата или драглайн, м^3	Коэффициент r_i	Техническая производительность многоковшовых и роторных экскаваторов, гидроустановок, $\text{м}^3/\text{ч}$	Коэффициент r_i
<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 устанавливается в зависимости от объема выемки горной массы с применением буровзрывных работ из расчета один участковый маркшейдер на годовой объем выемки 10 млн. м^3 . При сложных условиях разработки, если взрывание производится небольшими блоками, этот объем может быть снижен.

Число участковых маркшейдеров N_3 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. Для обслуживания технического этапа рекультивации на площади 50 га - один участковый маркшейдер.

Число участковых маркшейдеров для выполнения специальных маркшейдерских работ (N_3), 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 с учетом задействованного в рамках настоящего технического проекта выемочно-погрузочного оборудования и объема взрывающей горной массы по расчетным периодам приведен в табл. 21.2.

Таблица 21.2 - Расчет численности участковых маркшейдеров

Показатель	Ед. изм.	Годы отработки									
		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Глубина ведения горных работ в карьере		46,5	66	85	100	100	115	115	130	130	146
K ₁ - коэффициент, вводимый за влияние глубины карьера		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
K ₂ - коэффициент, вводимый за неблагоприятные климатические условия		1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
N ₁ – число участковых маркшейдеров, необходимых для обеспечения горных работ, выполняемых экскаваторами	шт	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Экскаватор ЭКГ-15, (15м ³)	t _i – списочное число экскаваторов	шт	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
	g _i – коэффициент приведения по вместимости ковша (15м ³)		2	2	2	2	2	2	2	2	2
	p ₁ - приведенное нормативное число экскаваторов		5	5	5	5	5	5	5	5	5
N ₂ - число участковых маркшейдеров, необходимых для обеспечения буровзрывных работ из расчета один участковый маркшейдер на годовой объем выемки 10 млн.м ³	шт	0,74	0,53	0,54	0,58	0,62	0,68	0,80	0,80	0,80	0,80
Производительность карьера по горной массе с применением БВР	млн.м ³	7,4	5,3	5,4	5,8	6,2	6,8	8,0	8,0	8,0	8,0
N ₃ – число участковых маркшейдеров, необходимых для обеспечения специальных работ	шт	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Наблюдение за движением на наблюдательных станциях	один участковый маркшейдер на 5 наблюдательных станций шт	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
N - число участковых маркшейдеров	шт	2,6	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6
С учетом снижения на 5-20% за счет применения современных приборов и комп. технологий		2,1	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1
N - число участковых маркшейдеров (округлен.)*	шт	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Число горнорабочих на маркшейдерских работах	шт	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
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.											

21.3 Численность геологической службы

Геологическое обеспечение горных работ на Печегубском месторождении осуществляется геологической службой предприятия. Общее руководство работами осуществляется главным геологом предприятия.

Численность геологической службы предприятия определяется в соответствии с методикой расчета, которую утверждает руководитель предприятия по согласованию с территориальным органом Ростехнадзора, и должна быть достаточной для выполнения всего комплекса работ. Состав и численность геологической службы месторождения приведены в табл. 21.3.

Таблица 21.3 - Состав и численность геологической службы

№ пп	Наименование должностей	По штату
1	Главный геолог	1
2	Участковый геолог	2
3	Горнорабочий	2

21.4 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 документация делится на исходную и производную. К исходной относятся планы земной поверхности, чертежи горных выработок (оригиналы и дубликаты), цифровые модели, которые по точности и полноте отображения объектов съемки соответствуют требованиям действующих нормативных документов. Производная документация составляется на основе исходной для решения текущих задач маркшейдерского обеспечения горного производства на предприятии.

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 режимных наблюдений за притоками подземных и грунтовых вод по скважинам;
- журнал учета работы гидронаблюдательных скважин;
- 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;
- книга геологических указаний и уведомлений;
- книга учета опасных зон;
- материалы по учету и движению запасов;
- книга учета движения горной массы;
- 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.), отражающие геологическое строение месторождения, пространственное положение горных выработок, вскрытие, подготовку и разработку месторождения. Перечень маркшейдерской графической документации пользователей недр приведен в табл. 21.4.

Таблица 21.4 - 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

№№ п /п	Наименование документации	Масштаб
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 продвижения 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.

Геологической документации подлежат все разведочные скважины и борта карьера, а также по мере необходимости – буровзрывные скважины.

По объектам работ первичная геологическая документация делится на:

- документацию карьера;
- документацию разведочных и буровзрывных скважин;
- документацию опробования.

К первичным геологическим документам относятся полевые книжки, журналы зарисовок уступов, буровые журналы скважин, колонки скважин, журналы опробования уступов, разведочных и взрывных скважин, журналы химических, фазовых и геофизических анализов, определения объемного веса руд и пород, технологического опробования, журналы петрографических исследований, зарисовки и фотоснимки образцов руд под микроскопом.

Первичные геологические документы должны быть объективными и отражать все геологические особенности месторождения, должны быть составлены так, чтобы в них мог разобраться любой специалист без помощи автора.

На основе первичной геологической документации составляются сводные графические материалы. Для карьера составляются следующие сводные графические материалы:

- Погоризонтные геологические планы, масштаб 1:1000;
- Погоризонтные планы опробования (качественные), масштаб 1:1000;
- –Геологические разрезы, масштаб 1:1000;
- Геологические разрезы масштаба 1:1000 составляются по разведочным линиям через 100 м, масштаба 1:1000 – через 100-250 м по разведочным линиям.

21.5 Требования к геомеханическому мониторингу устойчивости

В процессе эксплуатации Печегубского месторождения при ведении открытых горных работ для своевременного выявления опасных зон и прогнозирования опасных ситуаций должен вестись комплекс маркшейдерских, геотехнических, гидрогеологических и иных наблюдений, достаточных для обеспечения нормального технологического цикла работ, включающий визуальные и инструментальные наблюдения за устойчивостью бортов, уступов, откосов (далее – мониторинг устойчивости).

Маркшейдерские инструментальные наблюдения в рамках мониторинга устойчивости проводятся в порядке, установленном проектом производства маркшейдерских работ, утверждаемым техническим руководителем эксплуатирующей организации.

Требования к составу работ по мониторингу устойчивости бортов, уступов, откосов должны учитывать требования Приложения 8 к Федеральным нормам и правилам в области промышленной безопасности (ФНиП) «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов» (Приказ Ростехнадзора от 13.11.2020 №439).

Визуальные наблюдения за устойчивостью бортов, уступов, откосов должны проводиться не реже одного раза в месяц специалистами группы по мониторингу или, при ее отсутствии, специалистами геологической и маркшейдерской служб (геолого-маркшейдерская служба) и заключаться в фиксации всех признаков начинающихся деформаций бортов, уступов, откосов, геологических и горнотехнических факторов, влияющих на их устойчивость. Для проведения наблюдений могут привлекаться специализированные организации.

Результаты визуального наблюдения заносятся в специальный журнал осмотра состояния бортов, уступов, откосов и подписываются лицом, произведшим осмотр.

Инструментальные маркшейдерские наблюдения для выявления зон и участков проявления деформаций бортов, уступов, откосов должны быть начаты до начала добычных работ в карьере. Периодичность наблюдений в зависимости от фактических горно-геологических условий на месторождении устанавливается в проекте производства

маркшейдерских работ (наблюдательной станции) и корректируется по мере развития деформационных процессов по мере отработки месторождения и интенсивности понижения работ в карьере, но не может быть менее 1 раза в год.

При выявлении аномалий на участках ведения горных работ частота наблюдений должна быть увеличена по решению руководителя маркшейдерской службы предприятия. На основании результатов мониторинга устойчивости на участках проявления деформаций, превышающих допустимые значения, пересматриваются режим, состав маркшейдерских инструментальных и иных наблюдений и определяются мероприятия по приведению выявленных участков в безопасное состояние, которые отражаются в плане развития горных работ на предстоящий календарный период (в соответствии с Приложением 8 к ФНиП «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов»).

Маркшейдерские работы, включая инструментальные маркшейдерские наблюдения, проводятся маркшейдерской службой эксплуатирующей организации, либо привлекаемой специализированной организацией, имеющей лицензию на производство маркшейдерских работ.

На объектах ведения открытых горных работ II класса опасности эксплуатирующей организацией создаётся специальная группа по мониторингу и прогнозу устойчивости бортов, уступов, откосов. Состав группы и должностные обязанности утверждает технический руководитель эксплуатирующей организации. Специализированные организации привлекаются к работе группы по решению технического руководителя эксплуатирующей организации.

Специальная группа по мониторингу и прогнозу устойчивости бортов, уступов, откосов проводит анализ результатов, полученных в процессе мониторинга устойчивости (маркшейдерских, геотехнических, гидрогеологических и иных наблюдений), изучает выявленные нарушения устойчивости, устанавливает причины их возникновения, даёт прогноз возникновения опасных ситуаций с учетом длительности срока работы карьера, оценку риска развития деформаций и, как следствие, нарушения устойчивости бортов, уступов, откосов, разрабатывает противодеформационные мероприятия.

При ликвидации (консервации) объекта открытых горных работ состав и объёмы мониторинга устойчивости определяются проектом ликвидации (консервации) объекта.

Общее руководство и ответственность за организацию выполнения работ по мониторингу устойчивости и оперативному решению вопросов обеспечения устойчивости бортов, уступов, откосов возлагаются на технического руководителя эксплуатирующей организации.

Руководство и ответственность за выполнение работ по мониторингу устойчивости бортов, уступов, откосов возлагаются на руководителей геологической, маркшейдерской служб и специальной группы по мониторингу (при наличии) эксплуатирующей организации в части их компетенции, а в случаях проведения таких работ на основании договоров подряда - на технического руководителя эксплуатирующей организации.

21.5.1 Особенности маркшейдерских наблюдений за деформациями отвалов

В соответствии с п. 1020. ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», геолого-маркшейдерской службой организации должен быть организован контроль за устойчивостью отвалов и инструментальные наблюдения за деформациями всей площади отвала. Методы и способы наблюдений и оценки их результатов определяются проектом наблюдательной станции или проектом производства маркшейдерских работ.

Наблюдения за деформациями отвалов отличаются рядом особенностей, связанных с условиями отвалообразования, составом отвальных пород, их уплотнением и релаксацией порового давления. Устойчивость отвалов зависит, главным образом, от механических характеристик отвальных пород и пород основания отвалов, гидрогеологических условий основания, а также климатических условий района.

Для свежееотсыпанных отвалов характерны деформации оседания, связанные с уплотнением разрыхленных горных пород (величины оседаний достигают 4 - 7% от их высоты). Процесс уплотнения отвалов протекает более интенсивно в первый период после отсыпки отвалов и затухает с течением времени; 90 - 95% величины общего оседания происходит в течение первых 6 месяцев в слабых породах и 10 - 12 месяцев в крепких породах. Деформации отвалов, связанные с их уплотнением, не представляют опасности для ведения горных работ. Наиболее опасными являются развивающиеся во времени сдвиговые деформации типа оползней.

Различают следующие типы оползней отвалов: подпошвенный, характеризующийся выпиранием слоев слабых пород основания отвалов и оседанием верхней площадки отвала; надпошвенный - при прочном основании, характеризующийся образованием в нижней части откоса отвала надвигающегося оползневого вала отвальных пород и оседанием верхней площадки отвала; подошвенный оползень - при размещении отвалов на слоистом основании, когда слои залегают согласно с поверхностью основания отвала, характеризующийся оседанием верхней площадки отвала и отсутствием видимых признаков развития оползня в основании отвала.

Наблюдения за деформациями отвалов должны производиться на наблюдательных станциях, состоящих из ряда линий реперов, закладываемых на верхней площадке отвала

перпендикулярно верхней бровке отвала, и ряда линий реперов, закладываемых по основанию отвала и нижней части откоса отвала перпендикулярно нижней бровке отвала. Начало развития оползня и его тип объективно можно установить только по характеру деформирования основания отвала.

При недоступности для наблюдений основания отвала, о развитии оползневых деформаций можно судить по графикам скоростей оседания верхней (рабочей) площадки отвалов:

– если оседание площадки после отсыпки очередной заходки связано только с уплотнением отвальных пород, то скорости оседания имеют отчетливо выраженный затухающий характер;

– при развитии оползневых деформаций скорости оседания площадки в первое время после отсыпки могут иметь также затухающий характер, а затем затухание уменьшается, и скорость оседания приближается к постоянной величине; при дальнейшем развитии оползневого процесса скорости оседания верхней площадки возрастают.

Требования к закладке реперов наблюдательной станции на отвале сводятся к следующему:

– опорные реперы рекомендуется располагать вне зоны деформаций, как верхней площадки, так и основания отвалов;

– расстояние до ближайшего опорного репера допускается не менее высоты отвала на верхней площадке уступа и не менее 100 м по основанию отвала (на внутренних отвалах опорные реперы для линий реперов, располагаемых в основании отвала, могут быть заложены в откосе нижнего уступа рабочего борта карьера).

Привязка опорных реперов профильных линий наблюдательных станций производится к точкам рабочего обоснования, при этом необходимо обеспечить точность привязки, соответствующую точности определения местоположения точек рабочего обоснования. Расстояние между рабочими реперами принимается не более половины ширины заходки (отсыпки); рабочие реперы на верхней площадке отвалов пополняются сразу же после отсыпки очередной заходки.

Периодичность наблюдений

Сроки между сериями наблюдений принимаются в зависимости от интенсивности отсыпки отвала и скорости его деформации. При отсыпке высоких нагорных отвалов и наличии оползневых деформаций упрощенные наблюдения должны быть ежедневными.

В первое время после закладки наблюдательной станции с целью выявления характера деформации яруса наблюдения проводятся ежемесячно. После 3-4 серий наблюдений и установления скорости смещения яруса периодичность наблюдений меняется. Периодичность

и частота дальнейших наблюдений зависит от величин скоростей смещений и принимает исходя из табл. 21.5.

Таблица 21.5 - Периодичность наблюдений в зависимости от скоростей смещений откосов отвала

Скорость смещения, см/сут.	Периодичность наблюдений
0,5-1	1 раз в месяц
1-5	1 раз в неделю
5-10	2 раза в неделю
10-20	Через день
20-30	ежедневно

Если при оседании площадки отвала горизонтальная составляющая смещений рабочих реперов начинает возрастать, и скорости смещения постепенно приближаются к постоянной величине, то дальнейшее возможное увеличение скорости может быть признаком развития оползневых деформаций.

При скоростях смещений более 30 см/сут. и более работы на отвале должны быть прекращены, горное оборудование выведено из опасной зоны, и всякое движение на отвале также остановлено.

21.6 Маркшейдерские наблюдательные станции

21.6.1 Общие сведения о маркшейдерских наблюдательных станциях

Проведение работ по мониторингу устойчивости бортов, уступов карьеров, откосов отвалов должно соответствовать требованиям Приложения 8 к ФНиП «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов».

В период эксплуатации карьера на геолого-маркшейдерскую службу возлагается постоянный контроль за качеством заоткоски уступов, а также работа по изучению и уточнению трещиноватости прибортовых массивов и параметров (падения и простирания) слоистости пород. 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.

Контроль за деформациями бортов и уступов карьера осуществляется путём организации систематических инструментальных маркшейдерских наблюдений. Целью маркшейдерских наблюдений является:

- установление границ распространения и вида деформаций горных пород;
- определение скорости и величин деформаций;
- определение критической величины смещений, предшествующих началу активной стадии, для различных инженерно-геологических комплексов;
- предварительный расчет развития деформаций во времени при углубке горных работ на карьере.

Использование инструментальных маркшейдерских наблюдений основывается на следующих положениях:

- возникновению оползней и обрушений откосов предшествуют длительно развивающиеся микродеформации (скрытые деформации) прибортовых массивов;
- отстройка бортов карьера по предельному (проектному) контуру занимает значительный промежуток времени, вследствие чего период скрытой стадии деформирования бортов, предшествующий активной стадии, растянут во времени, что позволяет по результатам наблюдений судить о характере и степени опасности тех или иных деформаций;
- для правильной интерпретации характера деформаций бортов длительные инструментальные наблюдения следует совмещать, по возможности, с детальным изучением геологического строения отдельных участков месторождения и физико-механических свойств пород (в особенности деформационных свойств, в том числе предельных деформаций);
- на устойчивость бортов карьера оказывают влияние многие факторы, часть из которых учитывается с большой погрешностью, определяющей необходимость введения при расчетах устойчивости значительных коэффициентов запаса;
- материалы инструментальных наблюдений за деформацией бортов карьера и отвалов дают возможность устанавливать углы наклона бортов и откосов отвалов, с меньшим коэффициентом запаса;
- позволяя дать количественную оценку деформации откоса, маркшейдерские инструментальные наблюдения, в комплексе с инженерно-геологическими и гидрогеологическими исследованиями, помогают выявить характер начавшейся деформации, что дает возможность сделать прогнозы относительно развития во времени и пространстве и наметить мероприятия по устранению причин, вызывающих развитие опасных деформаций.

Инструментальные маркшейдерские наблюдения за деформациями бортов и отвалов должны быть начаты одновременно с началом развития вскрышных работ на карьере.

Для проведения маркшейдерских наблюдений за деформациями бортов карьера и откосов отвалов закладываются специальные наблюдательные станции, на которых периодически проводятся инструментальные наблюдения. Наблюдательная станция состоит, как правило, из нескольких профильных линий, по которым расположены опорные и рабочие реперы.

Проекты наблюдательных станций по наблюдению за деформациями бортов, в целом, и за деформациями отдельных участков бортов с неблагоприятными условиями устойчивости составляются геолого-маркшейдерской службой предприятий, либо специализированной организацией.

По мере накопления данных наблюдений за деформациями бортов карьеров и отвалов проекты наблюдательных станций и периоды наблюдений могут изменяться в соответствии с фактическими горно-геологическими условиями. Вначале составляется проект наблюдательной станции, который должен состоять из плана наблюдательной станции в масштабе 1:1000 или 1:2000, краткой пояснительной записки, а также соответствующих геологических карт и разрезов.

На плане наблюдательной станции следует показывать:

- состояние горных работ на момент составления проекта;
- проект дальнейшего развития горных работ;
- сооружения, находящиеся на бортах карьера или вблизи отвала;
- расположение запроектированных профильных линий и реперов на них;
- рельеф местности.

К плану наблюдательной станции рекомендуется прилагать детальные геологические разрезы, на которые наносятся:

- границы литологических разностей пород;
- степень и характер трещиноватости каждой литологической разности;
- дизъюнктивные нарушения и тектонические трещины большого протяжения с указанием направления и угла их падения;
- характеристики сопротивления сдвигу (ρ и K);
- характеристики сопротивления сдвигу по поверхностям ослабления (ρ' и K'), по тектоническим трещинам, дизъюнктивным нарушениям, контактам между слоями или сланцеватости.

В пояснительную записку следует включать:

- общее краткое описание месторождения и горных работ;

- расчеты по закладке наблюдательной станции (определение количества реперов, длины профильных линий, расстояния между реперами, объема работ по бурению скважин под реперы, расхода материалов - круглого железа, цемента, песка и тому подобное);
- краткую методику наблюдений с указанием сроков производства наблюдений и инструментов, которые предполагается применять.

Все материалы по проекту наблюдательной станции должны быть сброшюрованы и подписаны лицом, составившим проект. Проект наблюдательной станции утверждается главным инженером предприятия.

21.6.2 Схема размещения реперов на профильных линиях

Реперы наблюдательной станции закладываются по профильным линиям, перпендикулярным к простиранию борта карьера в предельном положении. В первую очередь, профильные линии закладываются на менее устойчивых участках борта, которые характеризуются следующими признаками:

- крутым углом заоткоски борта или крутым общим углом откоса многоярусного отвала;
- большой глубиной карьера или высотой отвала;
- подрезкой слоев в основании бортов и слоистым основанием отвалов;
- наличием тектонических нарушений;
- наличием слабых контактов и пластичных слоев в основании бортов или отвалов и ослаблений, обусловленных спецификой древнего и современного рельефа на отдельных участках (балки, ложбины стока, карстовые проявления и так далее);
- обводненностью горных пород, увлажнением отвальных масс атмосферными осадками и обводненностью основания отвалов;
- наличием на бортах или отдельных уступах больших навалов породы;
- сейсмическим воздействием взрывов и вибрацией от работы горнотранспортного оборудования (влияющих на устойчивость отдельных уступов).

Крайние пункты профильной линии должны быть заложены вне зоны деформаций, возникающих при углубке карьера до проектной глубины. Профильные линии проводятся по всему полю карьера (через оба противоположных борта и дно), а при большой глубине они закладываются на каждом борту карьера самостоятельно.

Профильная линия состоит из опорных и рабочих реперов. Протяженность части профильной линии без опорных реперов на поверхности, примыкающей к карьере, должна быть не менее $1,5 H$ (здесь H — глубина карьера) при предельно допустимых углах наклона бортов, полученных на основе расчета устойчивости (при коэффициенте запаса устойчивости,

равном 1,2-1,3). Опорные реперы профильных линий закладываются вне зоны деформаций. С каждой стороны следует закладывать не менее двух опорных реперов (рис.21.1).

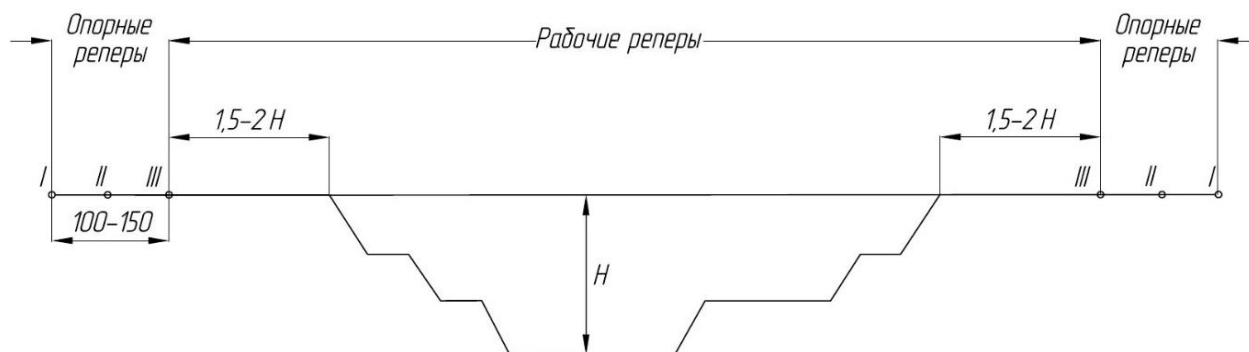


Рисунок 21.1 - Схема размещения реперов на профильной линии в карьере

Опорные реперы профильных линий на отвалах располагаются вне зоны деформаций в районе проектных линий наблюдения в соответствии с ситуацией в количестве не менее двух реперов. Расстояние до ближайшего опорного репера должно быть в зависимости от инженерно-геологических условий не менее $1,5 \div 2H$, где H – высота отвала (не менее 100 м по основанию отвала). Расстояние между опорными реперами не менее 20 м. Схема размещения реперов на профильных линиях на отвалах приведены на рис.21.2.

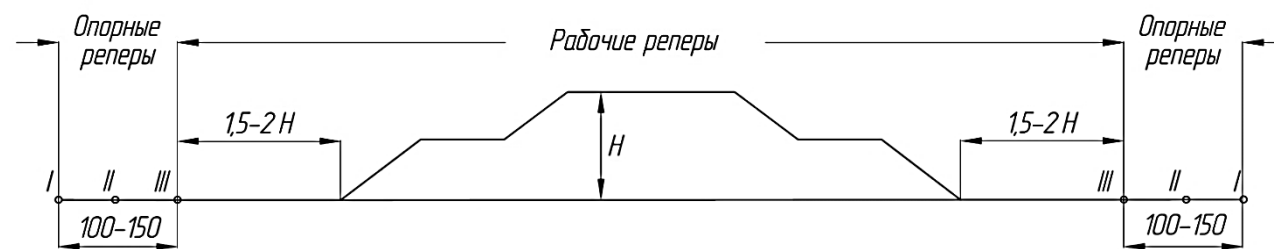


Рисунок 21.2 - Схема размещения реперов на профильных линиях на отвалах

Расстояние между рабочими реперами зависит от их расположения на профильной линии. Рабочие реперы устанавливаются перпендикулярно откосу. На каждой площадке (берме) уступа или яруса отвала должно быть заложено не менее двух реперов - один вблизи бровки уступа, другой - у подошвы вышележащего уступа. Реперы закладываются так, чтобы была обеспечена безопасность наблюдателя при работе на этих реперах. Расстояние между рабочими реперами не должно превышать половины ширины заходки. Для увеличения срока службы репера закладка производится после отстройки уступа карьера или яруса отвала в предельное положение. Расстояния между рабочими реперами, расположенными на земной поверхности в зависимости от их удаления от верхней бровки борта карьера, а также вблизи основания отвала, в зависимости от их удаления от нижней бровки отвала, принимаются следующие:

- а) на участке возможных деформаций - 5 - 10 - 15 м;

б) с удалением от нижней бровки отвала - от 15 до 30 м.

Перенос проекта наблюдательной станции в натуру производится путем построения на местности соответствующих углов и длин.

Конструкция реперов должна быть простой, а способ их закладки должен обеспечить:

– прочную связь репера с горной породой, чтобы сдвигения репера точно соответствовали сдвигениям пород;

– сохранность и неизменность положения реперов на весь срок их службы, а также удобство пользования ими;

– отчетливость отмеченного центра на головке (полусфере) репера для обеспечения точности наблюдений за сдвижением репера в горизонтальной плоскости;

– устойчивость репера в условиях сезонных изменений температуры и влажности пород, промерзания и оттаивания горных пород.

Глубина закладки репера (h) относительно земной поверхности должна определяться следующим образом:

$$h = h_{\max} + a + b, \text{ м} \quad (21.4)$$

где h_{\max} - максимальная глубина промерзания грунта;

a - высота якоря репера (0,4 - 0,5 м);

b - запас, определяемый величиной возможной ошибки определения глубины промерзания, в сумме с мощностью пористого основания.

Во избежание вертикальных смещений репера за счет деформаций грунта, вызываемых изменением его влажности, глубина закладки реперов принимается не менее 1,5 м.

Для обеспечения длительного срока службы репера, закладку его рекомендуется осуществлять следующим образом.

Репера наблюдательной станции закладываются в скважинах, пробуренных ниже глубины максимального сезонного оттаивания (до 3,0 м), и при условии, чтобы якорь репера находился в коренных породах на глубине не менее 0,3-0,5 м. Расстояние между опорными реперами не более 50 м, рабочими 15–20 м.

Скважины бурятся диаметром 100-200 мм. В верхнюю часть скважины устанавливается обсадная труба на глубину оттаивания. Корпус репера изготавливается из труб диаметром 50-60 мм или буровой стали. Якорь репера изготавливается из толстостенных труб. После досыпки якоря до забоя скважины производят бетонирование якоря репера. Цементный раствор заливается только в нижнюю часть скважины на 0,4-0,5 м. Затем производят засыпку скважины песком или шлаком до глубины оттаивания и утрамбовывается. Сверху к центру репера приваривается головка, которая обрабатывается на полусферу, на

которую наносится центр в виде отверстия диаметром не более 2 мм и глубиной 4 – 5 мм. Для предотвращения образования ледяной подушки при промерзании, в основании репера рекомендуется укладка пористого основания из материалов, не обладающих капиллярными свойствами (шлак, крупнозернистый песок и другие материалы). Конструкция опорных и рабочих реперов показана на **рис.21.3**.

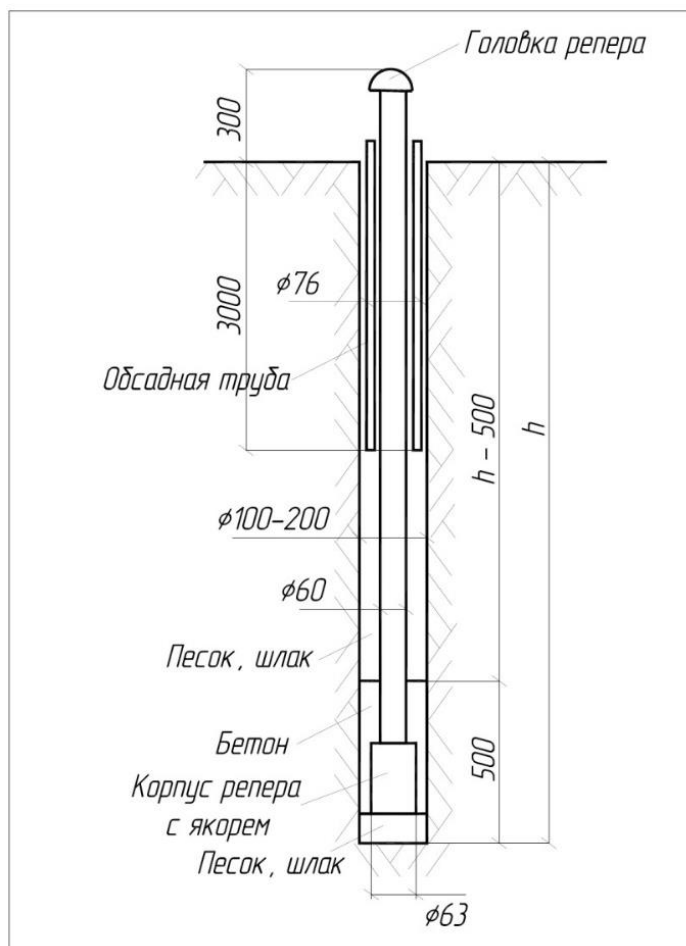


Рисунок 21.3 - Тип конструкции опорных и рабочих реперов

На срок службы до 3 – 5 лет могут быть рекомендованы забивные металлические реперы, закладку которых рекомендуется осуществлять следующим образом:

- в пробуренную скважину диаметром 160–220 мм, на глубину ниже зоны промерзания на 0,5 м бетонируется металлический штырь диаметром 20 – 30 мм;
- цементный раствор заливается только в нижнюю часть скважины на 0,4 - 0,5 м;
- верхний конец металлического стержня репера обрабатывается на полусферу, на которую наносится центр в виде отверстия диаметром не более 2 мм и глубиной 4 – 5 мм;
- пространство между стенками скважины и штырем выше бетонной подушки заполняется песком или шлаком и неплотно утрамбовывается;

– для предотвращения образования ледяной подушки при промерзании, в основании репера рекомендуется укладка пористого основания из материалов, не обладающих капиллярными свойствами (шлак, крупнозернистый песок и другие материалы);

– для уменьшения влияния на репер сил морозного выпучивания верхний конец штыря репера необходимо заглублять от поверхности земли на глубину 20 – 30 см.

На срок службы до 3 – 5 лет в качестве опорных реперов применяется металлический забивной репер, диаметром 25-30 мм, для рабочих реперов - металлический забивной репер диаметром 15-20 мм, завершенные и заостренные с одного конца; верхний конец штыря обрабатывается на полусферу, на которую наносится центр, длиной 2,0 м. В насыпных грунтах для повышения прочности закрепления грунтов длину забивных реперов увеличивают до 2,5 м. В отдельных случаях верхнюю часть репера целесообразно бетонировать, для предотвращения выпучивания репер изолируют от бетона, с этой целью его смазывают техническим маслом и обворачивают полиэтиленовой пленкой или толью. Конструкция забивных реперов приведена на **рис.21.4**.

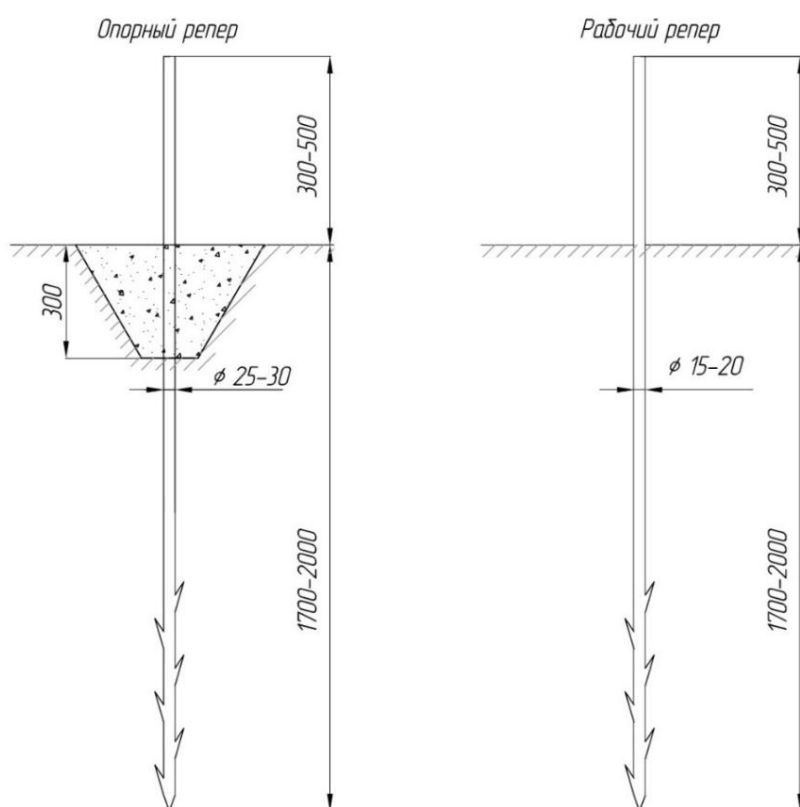


Рисунок 21.4 - Конструкция забивных реперов

После закрепления опорных реперов необходимо составить подробный абрис их расположения относительно постоянных предметов местности и исходных реперов. Для удобства отыскания опорных реперов около них устанавливаются сторожки.

Дополнительно к реперам по профильным линиям необходимо производить закладку наблюдательных пунктов в шурфах и других выработках, имеющихся на оползневых участках, с целью выявления поверхности скольжения и мощности оползневого массива.

Одновременно с закладкой наблюдательных станций рекомендуется закладывать исходные реперы, к которым привязываются опорные реперы всех линий. Исходных реперов должно быть не менее трех. Закладка этих реперов производится в местах, обеспечивающих неизменность их положения в течение всего времени производства наблюдений. Исходные реперы должны быть заложены вне зоны влияния горных работ, а также за пределами зоны возможного оседания земной поверхности под влиянием снижения уровня подземных вод при дренаже карьерного поля. Исходными могут служить маркшейдерские пункты опорного обоснования.

21.6.3 Методика маркшейдерских наблюдений

На наблюдательной станции выполняются следующие работы:

- определение величин сдвижений реперов наблюдательной станции в горизонтальной и вертикальной плоскостях по результатам инструментальных наблюдений;
- замеры ширины и протяженности трещин на земной поверхности и бермах уступов;
- соответствующие съемки, в результате которых, производится пополнение планов и разрезов горных работ на каждую дату наблюдений с указанием времени производства отдельных операций горных работ.

Визуальные наблюдения откосов уступов карьера, отвалов и поверхности площадок являются важной частью общего деформационного мониторинга. Визуальные наблюдения производятся с целью:

- выявления участков, склонных к деформационным процессам;
- определения геологических, гидрогеологических, горнотехнических факторов, влияющих на устойчивость откосов уступов карьера и отвалов;
- разработки мероприятий по устойчивости откосов уступов карьера и отвалов;
- определения дальнейшего направления и объемов работ.

К визуальным наблюдениям можно отнести обследование отстройки отвалов и контроль над технологической подготовкой их основания. Визуальный осмотр проводится во время плановых осмотров состояния откосов уступов карьера и отвалов, но не реже 1 раза в месяц.

Инструментальные наблюдения проводятся по всем выявленным деформациям и наблюдательным станциям. Вид и метод наблюдения определяются в зависимости от требований к необходимой информации.

Для инструментальных наблюдений могут быть рекомендованы как наблюдения традиционными методами, так и наблюдения с помощью систем спутникового позиционирования GPS/ГЛОНАСС.

Инструментальные наблюдения на станции заключаются в следующих работах:

- привязка опорных и исходных реперов наблюдательной станции к маркшейдерской опорной сети (к пунктам триангуляции, полигонометрии и нивелирным реперам);
- производство начальной серии наблюдений для определения исходного положения реперов наблюдательной станции (в горизонтальной и вертикальной плоскостях);
- производство систематических наблюдений за положением реперов для определения величины их сдвижения.

Начальные наблюдения на станции заключаются:

- в нивелировании реперов наблюдательной станции;
- в измерении расстояний между реперами по профильным линиям;
- в съемке трещин на участке наблюдательной станции.

Для определения начального положения реперов наблюдательной станции выполняются две независимые серии измерений с интервалом 3 – 5 дней.

Сроки проведения повторных наблюдений устанавливаются в зависимости от поставленных в проекте задач и развития процесса сдвижения. В первое время после закладки наблюдательной станции наблюдения проводятся ежемесячно. После 3 - 4 серий, наблюдений и установления скорости смещения прибортового массива периодичность наблюдений изменяется. Если скорость смещения реперов не превышает 1 мм/сутки и затухает во времени, интервалы времени между сериями наблюдений могут быть увеличены до 3 - 4 и более месяцев, однако наблюдения следует проводить не реже 1 - 2 раз в год. Если скорость смещения реперов постоянна и составляет 0,5 - 1,0 мм/сут, наблюдения проводятся, соответственно, один раз в два месяца и ежемесячно. При активизации процесса сдвижения интервалы между сериями наблюдений сокращаются до нескольких недель и даже дней. При наблюдениях за активными оползнями со скоростными смещениями 10 мм/сут и более, серии наблюдений проводятся ежедневно; если скорость смещения реперов увеличивается во времени, то для установления критических скоростей смещений, предшествующих срыву оползней, интервалы времени между сериями наблюдений сокращаются до нескольких часов, в отдельных случаях устанавливаются автоматические сигнализаторы скорости деформаций.

Для наблюдений на маркшейдерских наблюдательных станциях в качестве основного способа рекомендуется использовать наблюдения при помощи глобальных навигационных спутниковых систем GPS/ГЛОНАСС в сочетании с традиционными методами маркшейдерских измерений.

Во всех случаях выявления деформационных процессов производится тахеометрическая съемка или съемка системой GPS/ГЛОНАСС в режиме «кинематика» для пополнения горно-графической документации. Наблюдения за развитием деформационных процессов производятся:

- рулеточными промерами парных реперов;
- съемкой электронным тахеометром;
- системой GPS/ГЛОНАСС в режиме «Статика»;
- нивелированием.

Разбивка наблюдательных реперов, и инструментальные наблюдения выполняются по следующим этапам:

- привязка опорных реперов к местной триангуляционной сети методом прямых, обратных засечек или системой GPS/ГЛОНАСС;
- разбивка и привязка наблюдательных реперов с привязкой местной опорной сети.

В маркшейдерских наблюдениях применяются имеющиеся в наличии инструменты: электронные тахеометры, комплект спутниковой системы глобального позиционирования GPS/ГЛОНАСС, лазерные дальномеры, стальные рулетки.

Для обеспечения высокой точности измерений приборами систем спутникового позиционирования должны выполняться условия:

- определение координат наблюдаемых реперов производить сетевым методом замкнутых полигонов с использованием статического режима наблюдений;
- продолжительность одного наблюдения должна быть не менее 15 минут, в зависимости от условий наблюдения;
- количество спутников не менее 6 с углом возвышения более 15°;
- значение фактора снижения точности PDOP<4;
- отсутствие вблизи приемника металлических объектов (сооружения, автомобиля), способных создать эффект многолучевости (до 10 м).

Технические характеристики спутникового приемника системы GPS/ГЛОНАСС обеспечивают необходимую точность определения координат в режиме «Статика».

21.6.4 Обработка результатов маркшейдерских наблюдений

Результаты полевых наблюдений подлежат аналитической и графической обработке.

Камеральная обработка результатов наблюдений производится, непосредственно по

окончании каждой серии измерений и заключается в следующем: проверка полевого журнала, вычисление координат реперов, обработка полученных данных, составление ведомостей вертикальных и горизонтальных смещений реперов и определение скоростей полного вектора смещения, скоростей горизонтальных деформаций между реперами, горизонтальных деформаций интервалов между реперами, составление графиков вертикальных и горизонтальных сдвижений и деформаций по профильным линиям, пополнение горно-графической документации, паспортизация деформаций. Камеральная обработка маркшейдерских замеров производится на персональном компьютере, с помощью специализированного программного обеспечения типа «SURPAC», «EXCEL». Полученные данные заносятся в журналы инструментальных наблюдений.

Паспорта деформаций оформляются и пополняются по мере поступления информации.

Данные различных серий наблюдений сопоставляются и определяются основные параметры, характеризующие деформационные процессы:

- определение абсолютных значений вертикальных, горизонтальных и общих смещений между циклами;
- определение направлений смещений;
- определение вертикальных и горизонтальных деформаций интервалов между соседними реперами;
- определение скоростей смещения реперов по направлению векторов смещения (а если имеются, то и ускорений);
- определение зоны распространения деформаций;
- продолжительность процесса деформаций и его отдельных стадий.

По смещениям реперов составляются ведомости величин сдвигов прибортовой зоны массива горных пород. Величина сдвига γ определяется как отношение разности полных смещений соседних реперов к расстоянию между этими реперами по нормали к направлению их смещения. Величину сдвига относят к середине интервала.

Вертикальный и горизонтальный масштабы разрезов по профильным линиям должны быть одинаковыми и равными масштабу плана наблюдательной станции.

Масштабы графиков вертикальных и горизонтальных смещений, сдвигов, горизонтальных деформаций выбираются, исходя из удобства и наглядности изображения. При этом масштаб расстояний между реперами принимается таким же, как на вертикальных разрезах. Для удобства совместного рассмотрения графиков сдвижений и деформаций, положения горных работ, строения толщи пород, слагающих борт карьера, и других горно-геологических факторов, в целях установления степени влияния этих факторов на процесс

развития деформаций, рекомендуется составлять графики и вертикальные разрезы на одном листе.

По обработанным данным производится оценка устойчивости откосов отвалов и составляется прогноз его дальнейшей деформируемости.

21.6.5 Упрощенные маркшейдерские наблюдения

Упрощенные маркшейдерские наблюдения за деформациями откосов на карьере проводятся на участках, где глазомерным обследованием выявлены признаки формирующихся нарушений устойчивости откосов (оползней, обрушений и другие). Если деформации откоса развиваются интенсивно, проведение высокоточных измерений на постоянной наблюдательной станции не целесообразно. Закладывается временная наблюдательная станция упрощенного типа. В этом случае реперы представляют собой обычные деревянные колья или металлические стержни, забиваемые в грунт. При этом опорные реперы закладываются вне зоны заколов, а точность измерений - не ниже 1:200. Привязка опорных реперов производится после завершения наблюдений. Упрощенные наблюдения по реперам могут проводиться также на участках, где заложены станции длительного срока наблюдений, в промежутки времени между отдельными сериями наблюдений, выполняемых по полной программе.

Для наблюдения за оседанием прибортовых участков земной поверхности, участков уступов или отвалов производится периодическое нивелирование отдельных реперов или групп реперов, закладываемых на этих участках. Нивелирование реперов производится от опорного репера, закрепляемого за пределами деформирующегося участка. Погрешность определения высотной отметки наблюдаемых реперов при нивелировании в прямом и обратном направлениях не допускается более ± 3 мм, что позволяет устанавливать начало скрытой стадии деформирования бортов. Частота наблюдений определяется их задачей. Подобные же наблюдения проводятся за развитием просадок над карстовыми полостями и подземными горными выработками.

Наблюдения за раскрытием трещин проводятся по парным реперам, закладываемым с двух сторон наблюдаемой трещины. Парные реперы представляют собой колья или стойки с закрепленными на них телескопическими скользящими оцифрованными рейками, мерными лентами, проволоками. Для более точных измерений используются микрометренные головки (индикаторы типа часового механизма, закрепляемые на рейках). Наблюдения также могут быть автоматизированы и оборудованы сигнализацией в случаях, когда необходима автоматическая информация о появлении критических смещений. На трещинах значительной протяженности устанавливается несколько пар таких реперов. Периодичность взятия отсчетов по парным реперам определяется в зависимости от скорости раскрытия трещины и опасности

возникновения обрушения. Резкое возрастание скоростей смещений свидетельствует о приближении момента обрушения.

21.6.6 Анализ материалов маркшейдерских наблюдений

Анализ материалов наблюдений сводится к следующему:

- выделение в бортах карьеров участков, характеризующихся одинаковыми условиями, влияющими на их устойчивость;

- установление зон максимальных растяжений, сжатий и максимальных сдвигов.

Примечание: зоны максимальных сдвигов и растяжений на верхней площадке откоса и максимального сдвига и сжатия в основании откоса соответствуют наиболее вероятному выходу потенциальной поверхности скольжения на дневную поверхность;

- установление типа потенциального оползня или произошедших нарушений устойчивости откосов;

- по графику изменения во времени скоростей смещения отдельных характерных реперов - определение влияния времени, времен года и производственных процессов на развитие деформаций бортов карьеров;

- установление степени опасности деформаций;

- разработка мероприятий по предотвращению развития опасных деформаций.

Установление типа оползней и построение поверхности скольжения производится на основе следующих особенностей развития деформаций откосов. Если векторы сдвижения реперов изменяют свое направление закономерно, плавно выполаживаясь к основанию откоса, а по величине почти одинаковы от верха до низа откоса, то это является признаком того, что оползневое тело движется по плавной криволинейной поверхности как одно целое без существенных относительных смещений отдельных участков. В этом случае, пользуясь направлениями векторов перемещения реперов, строится приближенное положение поверхности скольжения.

При значительных деформациях векторы смещения реперов на профиле изображаются в масштабе профиля, поэтому при построении поверхности скольжения в массиве перпендикуляры восстанавливают из середины вектора, а построение производят от трещины отрыва - сверху и линии отреза (надвига) – снизу. Если векторы сдвижения реперов параллельны наложению пород и между собой, то это указывает на скольжение оползневых масс по наложению пород; такие деформации наблюдаются при контактных оползнях или подошвенных оползнях отвалов.

При оползнях выпирания или надвига, связанных с наличием горизонтально залегающего слабого контакта или слабого прослойка, деформации носят своеобразный

характер – в массиве четко формируются клин активного давления призма упора и вал выпирания.

Степень опасности деформаций определяется исходя из скорости смещения и величины деформаций сравнением их с допустимыми деформациями, установленными для конкретных пород, лабораторными исследованиями деформационных свойств образцов пород.

Анализ данных наблюдений за деформациями отвалов также заключается в установлении типа оползня и прогнозе развития оползня. Тип оползня устанавливается по характеру деформирования его основания (подпошвенный, надпошвенный, подошвенный).

При прогнозировании развития оползней отвалов во времени необходимо принимать во внимание, кроме нарастания скоростей смещений, возможно также развитие оконтуривающей оползень трещины отрыва на флангах оползня (активная стадия оползня наступает при его полном оконтуривании трещиной отрыва на флангах); по данным совместных наблюдений за нарастанием скоростей смещения оползня в его центральной части и развитием трещин отрыва по флангам оползня, устанавливаются критические скорости смещения оползня для данных инженерно-геологических и горнотехнических условий.

Анализ данных маркшейдерских наблюдений о развитии осыпания откосов уступов сводится к установлению зависимости скорости осыпания от величины углов откосов уступов на отдельных участках бортов карьеров (с учетом литологического состава пород, их трещиноватости и критической прочности, положения откосов относительно сторон света и другие). На основании установленной зависимости путем соответствующих технико-экономических расчетов определяются углы откосов уступов нерабочих бортов.

По результатам проводимых наблюдений для анализа и оценки параметров сдвижения, а при необходимости разработки дополнительных мер охраны сооружений на борту и поверхности, требуется привлечение специализированных организаций.

21.7 Эксплуатационная разведка

Основными задачами эксплуатационной разведки являются:

- уточнение контуров рудного тела по площади и на глубину, выделение сортов руд, блоков некондиционных участков;
- дополнительное изучение вещественного состава и свойств полезного ископаемого (включая проведение геолого-технологического картирования) для уточнения технологических схем его переработки;
- оперативный подсчет запасов по выемочным участкам, учет их состояния и движения;

- перевод запасов в более высокую категорию;
- детализация инженерно-геологических условий эксплуатации.

По целевому назначению эксплуатационная разведка разделяется на опережающую и сопровождающую.

Эксплуатационно-разведочное бурение осуществляется силами подрядных организаций (в основном, компанией АО «ЦКЭ», г. Мончегорск).

Бурение эксплоразведочных скважин производится буровыми установками Christensen CS-14 минимальный наклон мачты 56° и Christensen CS-10 минимальный наклон мачты 60° диаметром бурения 96 мм (HQ) или 76 мм (NQ). Глубина и расположение скважин устанавливается исходя из решения конкретных геологических задач: уточнение морфологии и выклинивания рудных тел, уточнение мощности и наличия рудных тел, заверочное бурение.

По эксплуатационно-разведочным скважинам в керновую пробу отбирается интервал однородный по вещественному составу (минеральному, текстурному, гранулометрическому) и одноуровневый по диаграммам КМВ и ГК. Длина рядовых проб во внутренних частях рудных тел не должна превышать установленных кондициями минимальной рудной мощности, т.е. 5 м истинная, с учетом угла встречи скважиной рудного тела может достигать 7 м (определяется по углу полосчатости к оси керна). При маломощном (менее 1м) переслаивании допускается объединение интервалов, при этом для безрудного переслаивания начало-окончание пробы берется в интервалах преобладающих пород, для рудного методика объединения соответствует методике оконтуривания: или пустой прослой объединяется с менее мощной или менее качественной рудой как возможная прирезка, или в случае «пустой-руда-пустой» внутри рудного интервала рудный прослой объединяется с пустыми как потенциально-безрудный прослой.

В одну пробу не отбирается материал из нескольких рейсов с резко различным выходом керна (>20%), а также керн разного диаметра.

Разметка интервалов опробования производится при послойной документации керна. В документации указываются все параметры проб (интервал опробования, мощность, выход керна, название породы, фактический и теоретический веса проб) и дается краткое описание каждой пробы.

По опыту последних работ АО «ЦКЭ» на железорудных месторождениях Заимандровского района средняя длина пробы составит 2,8 м. При эксплуатационном бурении законтурные пробы могут отбираться (по длине равные средней длине рудных проб 2,8-3.0 м) или опираясь на данные КМВ (по опыту работ на железорудных объектах результаты имеют высокую степень воспроизводства с данными аналитического опробования) не отбираться.

Взрывные скважины опробуются по шламу и геофизическими методами. Шламовая проба отбирается горстевым способом в процессе бурения.

Опробуются скважины, пройденные по руде и в приконтактных частях с вмещающими породами. Отбор проб ведется по всему буровзрывному блоку в процентном соотношении от общего количества скважин (около 5%).

Все забойные пробы, а также пробы, составленные из керна скважин эксплуатационной разведки, отправляются на химический анализ. Геологический контроль качества химического анализа рядовых и групповых проб осуществляется геологическим отделом АО «Олкон».

В обязательном порядке подвергаются внутреннему геологическому контролю все анализы, показавшие аномально высокие содержания, в том числе ураганные пробы.

Внутренний контроль - предназначен для определения фактических величин случайных погрешностей рядовых анализов и соответствия их предельно допустимым среднеквадратическим погрешностям.

Достоверность химических или других (РСА) анализов должна быть подтверждена данными внутреннего контроля, путем повторных анализов зашифрованных проб в лаборатории производящей основной анализ.

Внутренний контроль проводится регулярно (раз в полгода) по всем классам содержаний в объеме не менее 5% проб рядового анализа по данному классу.

Внешний контроль - предназначен для оценки величин систематических расхождений между результатами, полученными в основной и в контролирующей лабораториях. Внешнему контролю подвергаются пробы прошедшие внутренний контроль.

Магнитный картаж осуществляется приборами МКС-4-1000 и проводится в соответствии с инструктивными требованиями по использованию геофизических методов опробования на железорудных предприятиях.

Для определения железа магнетитового используется картаж магнитной восприимчивости (КМВ). Опробование проводится по той же сети, что и при шламовом опробовании, т.е. при бурении взрывных скважин 5×5 (или 6×6) и охватывает 100% скважин (рудных и законтурных) буровзрывных блоков.

Документация эксплуатационно-разведочных скважин ведется в соответствии с существующими инструкциями. Разработаны специальные формы журналов первичной документации, журналов опробования, обработки проб, химанализов, колонок эксплуатационно-разведочных скважин и др.

Борта уступов документируются по мере производства горных работ путем систематических зарисовок одновременной маркшейдерской привязкой контактов рудной залежи с вещающими породами и внутрирудных прослоев пустых пород.

22 ПРОВЕТРИВАНИЕ КАРЬЕРА

В соответствии с техническим отчетом по инженерно-гидрометеорологическим изысканиям (29-07/22.ИГМИ, ООО «ГЕОИНТЕГРА», 2022 г.), в районе расположения Печегубского карьера летом преобладают северные и северо-восточные, а зимой южные и юго-западные ветра. В годовом выражении, преобладающим направлением ветра является южное, средняя годовая скорость ветра составляет 3,4 м/с (справка УГМС №305-60-23/3606 от 10.06.2022 г.).

Среднегодовая повторяемость направлений ветра приведена в **табл. 22.1**.

Средняя месячная и годовая скорость ветра приведены в **табл. 22.2**.

Таблица 22.1 - Среднегодовая повторяемость направлений ветра

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
I	14	6	3	5	37	14	4	17	12
VII	27	12	5	5	25	12	3	11	5
год	20	8	3	4	32	14	4	15	11

Таблица 22.2 - Средняя месячная и годовая скорость ветра

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
3.2	3.3	3.5	3.6	3.6	3.6	3.2	3.1	3.3	3.6	3.2	3.2	3.4

Источники загрязнения атмосферного воздуха рабочей зоны карьера делятся на внутренние, к которым относится карьерная техника, выделяющая выхлопные газы и образующая пыль в результате работы, буровзрывные работы, и внешние — пылящие отвалы, размещённые со стороны подветренного борта карьера.

В соответствии с ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...», состав атмосферы объектов открытых горных работ должен отвечать установленным нормативам по содержанию основных составных частей воздуха и вредных примесей (пыль, газы) с учетом действующих стандартов.

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. Предельно допустимые концентрации (ПДК) по вредным веществам в воздухе рабочей зоны приведены в **табл. 22.3**.

В соответствии с п. 1222 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...», лицом технического надзора должен осуществляться ежесменный контроль за составом воздуха на рабочих местах.

Таблица 22.3 - Предельно допустимые для рабочей зоны концентрации вредных веществ

Код ЗВ	Наименование загрязняющего вещества	ПДК _{м.р.} или ПДК _{м.р./ПДК_{с.с.} ГН 2.2.5.3532-18, мг/м³}
0301	Азота диоксид (Азот (IV) оксид)	2
0304	Азот (II) оксид (Азота оксид)	5
0328	Углерод (Сажа)	-/4
0337	Углерод оксид	20
2732	Керосин	600/300
2908	Пыль неорганическая: 70-20% SiO ₂	6/2

Нормализация атмосферы карьера осуществляется посредством проветривания.

Проветривание карьера – процесс удаления из рабочего пространства карьера естественными или искусственно создаваемыми воздушными потоками газообразных и пылевых вредностей, образующихся при ведении горных работ.

Различают естественное и искусственное проветривание карьеров.

Естественное проветривание карьеров осуществляется энергией ветра и термическими силами. Соответственно существуют ветровые и термические схемы проветривания карьеров, а также их комбинации. Ветровые схемы (прямоточные – при угле откоса подветренного борта карьера $\alpha \leq 15^\circ$ и рециркуляционные) реализуются при скорости ветра на поверхности $V_в = 1-2$ м/с и более.

Под схемой проветривания понимают графическое или аналитическое описание усредненных во времени процессов движения воздуха и выноса вредностей из карьера воздушными потоками. Усреднение во времени этих процессов позволяет отступить от кратковременных, случайных состояний атмосферы и рассматривать лишь устойчивые, длительно существующие движения.

Прямоточная схема проветривания, представленная на **рис.22.1**, имеет место при скорости ветра на поверхности более 0,8-1,0 м/с и угле откоса подветренного борта карьера не более 15° . При данной схеме ветровой поток отклоняется в карьер и движется по подветренному борту, дну и наветренному борту. Скорость воздуха, минимальная на бортах и дне карьера, увеличивается с высотой, достигая значения скорости ветра $U_в$ на некоторой высоте над карьером. Направление движения воздуха в карьере совпадает с направлением ветра на поверхности. Вынос вредностей из карьера осуществляется от подветренного борта к наветренному. Схема характерна для неглубоких карьеров и в условиях рассматриваемого карьера применима только в первые годы ведения горных работ.

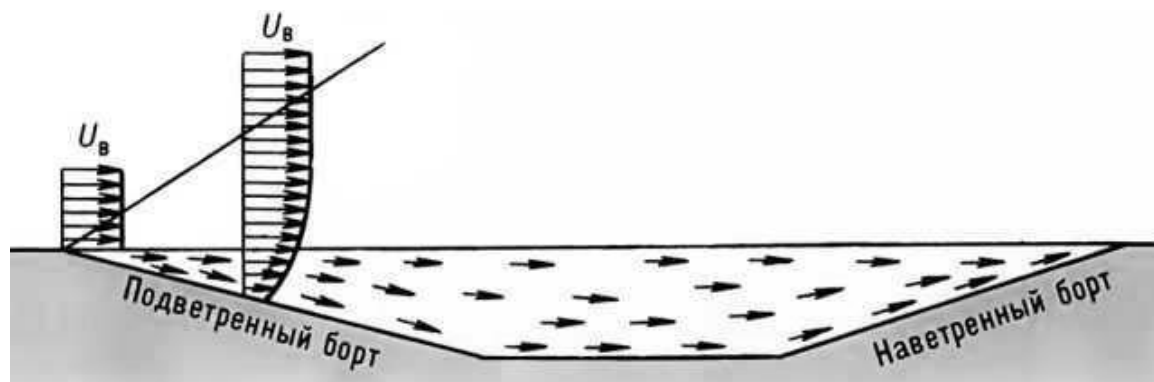


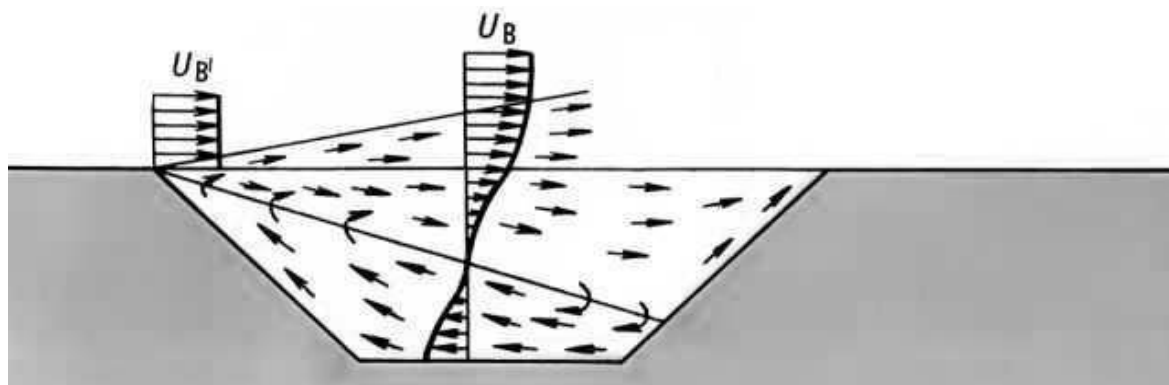
Рисунок 22.1 - Прямоточная схема

Формирование конвективной схемы проветривания начинается при скорости ветра на поверхности менее 0,7-0,8 м/с. При больших скоростях ветра в карьере (в нашем случае до 3,4 м/с) развивается интенсивный турбулентный воздухообмен, приводящий к равномерному прогреву воздуха во всех точках карьерного пространства, что не изменяет температурный градиент воздуха в карьере, вызываемый естественным сжатием воздуха с глубиной и равный адиабатическому градиенту (1°С на 100 м).

Инверсионная схема движения воздуха в карьерах возникает при охлаждении бортов и малой энергии ветрового потока на поверхности. Для образования такой схемы необходимо, чтобы скорость ветра на поверхности не превышала 0,7-0,8 м/с. Увеличение энергии ветрового потока оказывает влияние на термодинамическое состояние атмосферы: повышается турбулентный воздухообмен в карьере и выравнивается поле тех компонент температуры, которые являются результатом наличия источников охлаждения воздуха. В результате температурный градиент приближается к адиабатическому.

Рециркуляционная схема (рис.22.2) реализуется при углах откоса подветренного борта более 15° и скоростях ветрового потока более 0,8-1,0 м/с.

При данной схеме, ветровой поток отрывается от борта, образуя свободную струю, в пределах которой воздух движется от подветренного к наветренному борту. У последнего одна часть воздушных масс поворачивает в обратном направлении, образуя зону рециркуляции, вторая вдоль наветренного борта выходит на поверхность. Скорость ветра в карьере с высотой вначале уменьшается, достигая нуля на линии раздела воздушных потоков, а затем возрастает. Наличие рециркуляции воздуха способствует накоплению вредных веществ в карьере; их вынос осуществляется лишь через верхнюю часть свободной струи. Схема характерна для глубоких карьеров и применима к Печегубскому карьеру при достижении предельной глубины.



Рисунки 22.2 - Рециркуляционная схема

В соответствии с п. 1223 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...», допуск рабочих и специалистов на рабочие места после производства массовых взрывов, разрешается после получения ответственным руководителем взрыва сообщения от аварийно-спасательного формирования (службы) о снижении концентрации ядовитых продуктов взрыва в воздухе до установленных санитарных норм, но не ранее чем через 30 мин после взрыва, рассеивания пылевого облака и полного восстановления видимости, а также осмотра мест взрыва ответственным лицом. Данного времени вполне достаточно для эффективного рассеивания пылегазового облака при условии, что взрывные работы не проводились в безветренную погоду, так как накопления вредных примесей после массового взрыва, наблюдаются, как правило, в периоды безветренной погоды и, особенно при инверсиях, когда взрыв был произведён при неблагоприятных метеорологических условиях.

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.

В безветренную погоду, когда наблюдаются застойные явления в зоне рециркуляции воздуха, увеличение частоты и продолжительности нарушений нормативного пылегазовоздушного баланса атмосферы карьера могут оказывать существенное негативное влияние на технико-экономические показатели ведения горных работ.

Для уменьшения отрицательных последствий действия этого фактора рекомендуется выполнение перечисленных ниже специальных организационных, технологических и технических мероприятий, направленных на обеспечение нормативного состава воздуха на рабочих местах и предупреждение тяжелых профессиональных заболеваний:

1. Управление пылегазовым режимом карьера осуществляется на базе прогнозных оценок загрязнённости воздуха в рабочих зонах и оперативных метеорологических и газоаналитических данных, получаемых службой мониторинговых исследований предприятия. Аппаратно-программный комплекс контроля состояния воздуха в карьере решает следующие задачи:

- локальный контроль за состоянием воздуха в кабинах технологического оборудования (с помощью приборов газового анализа, установленных в кабинах);
- непрерывный автоматизированный контроль за составом воздуха на рабочих горизонтах с передачей информации по радиоканалу на центральный компьютер оператора карьера (с помощью приборов газового анализа, установленных в карьере);
- дистанционный контроль загрязнённости всего объёма воздуха внутри карьера (с помощью сканирующих оптических газоанализаторов, установленных на поверхности карьера);
- дистанционный контроль за профилем температур в выработанном пространстве (с помощью СВЧ-радиометра, установленного на поверхности карьера);
- контроль метеорологических параметров внешней среды;
- прогнозирование состояния атмосферы карьера в зависимости от изменения скорости и направления ветра, профиля температур и количества работающего оборудования;
- проверка приборов газового анализа;
- отображение информации о состоянии атмосферы в выработанном пространстве и составе воздуха в кабинах горного оборудования на дисплее центрального компьютера, анализ возникающих ситуаций и выработка рекомендаций для различных служб карьера.

2. Для снижения интенсивности выделения вредных веществ в атмосферу карьера, выполняется следующий комплекс мероприятий:

- использование в забоях, на дорогах и отвалах мобильных поливооросительных машин;
- сухое или мокрое улавливание пыли, образующейся при бурении скважин;
- использование гидравлической и снежной забойки взрывных скважин (внешней или внутренней) и предварительное увлажнение взрывааемых массивов (например, за счёт свободной фильтрации воды из канав, расположенных на поверхности массива);
- снижение шероховатости покрытия автодорог;
- проведение своевременной рекультивации близкорасположенных отвалов горных пород, увлажнение или укрепление их поверхности и предотвращения пыления с неё;
- оснащение технологического автотранспорта нейтрализаторами выхлопных газов.

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, а работники должны быть обеспечены индивидуальными средствами защиты органов дыхания.

При необходимости, подача свежего воздуха в застойные зоны карьера может быть обеспечена мобильными оросительно-вентиляционными установками.

23 ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

23.1 Сведения о расчетной численности работников

Численность трудящихся определена по отдельным процессам и видам работ в соответствии с утверждённой заказчиком организационной структурой предприятия, принятым режимом работы и расстановкой основного горно-транспортного оборудования. Численность трудящихся на 2032 г. (максимальная численность за принятый в настоящем проекте горизонт расчёта) в сводном виде приведена в табл. 23.1.

Таблица 23.1 – Численность трудящихся

№ п/п	Процессы, профессии трудящихся	Численность трудящихся, чел.
	А. Руководители, специалисты, служащие	34
1	Управление	5
2	Карьер	11
3	Участок буровзрывных работ	7
4	Автоколонна технологического и дорожного транспорта (АТиДТ)	7
5	Участок геологических работ	2
6	Участок маркшейдерских работ	2
	Б. Рабочие	296,8
7	Служба управления производством	1
8	Служба управления ремонтами	1
9	Карьер:	77
а)	Экскавация:	48
б)	Служба водоотлива	11
в)	Энергослужба	18
10	Участок буровзрывных работ	67
11	Автоколонна технологического и дорожного транспорта (АТиДТ)	118
а)	Участок технологического транспорта	
б)	Участок горно-дрожной техники	39
12	Участок геологических работ	0,8
13	Участок маркшейдерских работ	2
14	Перегрузочный пункт руды	18
15	Ж/д транспорт руды от перегрузочного пункта до ДОФ	12
	Итого трудящихся	330,8
	в т.ч. рабочие	296,8
	РСС	34

23.2 Обеспечение требований промышленной безопасности

Согласно Федеральному закону «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21.07.1997 г. №116-ФЗ, разрабатываемый карьер относится к опасным производственным объектам (II класс опасности - для объектов, на которых ведутся открытые горные работы, объем разработки горной массы которых составляет 1 миллион кубических метров в год и более).

В соответствии с п.10 Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» (утв. Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору. Приказ №505 от 8 декабря 2020 год) организации, эксплуатирующие

объекты, на которых ведутся горные работы и переработка полезных ископаемых, обязаны организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности. Ответственность за организацию производственного контроля несет руководитель организации, эксплуатирующей объект. Ответственность за осуществление производственного контроля несут должностные лица организации, на которых возложены такие обязанности руководителем организации.

Организации, эксплуатирующие опасные производственные объекты, на которых ведутся горные работы и переработка полезных ископаемых обязаны:

- разрабатывать положения о производственном контроле;
- разрабатывать системы управления промышленной безопасностью;
- заключать договоры обязательного страхования гражданской ответственности в соответствии с законодательством Российской Федерации об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте (статья 8 Федерального закона от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»);
- разрабатывать планы мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий и заключать договоры на обслуживание с профессиональными аварийно-спасательными формированиями (службами), время прибытия подразделений которых на командный пункт (место аварии) позволит оперативно приступить к выполнению аварийно-спасательных работ, предусмотренных оперативной частью плана мероприятий по локализации и ликвидации аварий (далее - ПЛА). Нормативное время прибытия ПАСС (Ф) на объект должно быть установлено в ПЛА;
- в случаях, установленных законодательством Российской Федерации, создавать собственные профессиональные аварийно-спасательные формирования (службы), вспомогательные горноспасательные команды;
- проводить учебные тревоги не реже одного раза в год по определению готовности организации к действиям по спасению людей, локализации и ликвидации последствий аварий..

Организация на предприятии производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности производится в соответствии с требованиями «Правил организации и осуществления производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте», утвержденных постановлением Правительства РФ от 18 декабря 2020 года N 2168 (в актуальной редакции).

23.3 Обеспечение безопасности при ведении горных работ

Горные работы на Печегубском карьере 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 «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 при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения» (утв. Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору. Приказ №494 от 3 декабря 2020 год); 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 в соответствии с проектом.

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

- формирования в рабочей зоне карьера рабочих площадок и уступов с расчетными параметрами на горизонтах размещения горнотранспортного оборудования и соответствующих коммуникаций;
- строгого соблюдения правил техники безопасности в процессе производства работ на принятом в проекте выемочно-погрузочном, буровом и транспортном оборудовании;
- формирования автомобильных транспортных коммуникаций с параметрами, соответствующими требованиям СП 37.13330.2012. «Свод правил. Промышленный транспорт» (актуализированная редакция СНиП 2.05.07-91*);
- обеспечения безопасности при постановке уступов и бортов карьера в конечное положение;
- обеспечения безопасности ведения взрывных работ.

23.4 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 карьера, 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 карьере предусматривается постоянное проведение следующих мероприятий:

- контроль и поддержание устойчивости бортов карьера, породных и рудных уступов и отвальных ярусов;
- пылеподавление на карьере, 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 в карьере 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, действует с 01.01.2021 по 31.12.2026);
- 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.

23.5 Обеспечение безопасности при ведении открытых горных работ

Согласно п.972. ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...», горные работы по проведению траншей, разработке уступов, дражных полигонов, отсыпке отвалов должны вестись в соответствии с проектом и локальными проектами (паспортами) с учетом инженерно-геологических условий, утвержденными техническим руководителем объекта.

В паспорте указываются размеры рабочих площадок, бERM, углы откоса, высота уступа, призма обрушения, расстояния от горного и транспортного оборудования до бровок уступа или отвала.

При изменении горно-геологических условий ведение горных работ должно быть приостановлено до пересмотра паспорта.

С паспортом должны быть ознакомлены под подпись все работники, осуществляющие контроль и выполняющие работы. Запрещается ведение горных работ без утвержденного паспорта, а также с отступлением от него.

В отношении применяемых в горном производстве механизмов действуют общие требования безопасности к механизации горных работ.

Согласно п. 1034 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...», прием в эксплуатацию горных, транспортных, дорожных машин, технологического оборудования после монтажа и капитального ремонта должен производиться комиссией, состав которой определяет руководитель организации.

Согласно п. 1062 - 1064 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...»:

Кабина гусеничных и колесных погрузчиков, тракторов, бульдозеров, автогрейдеров, самоходных скреперов, предназначенных для эксплуатации на объекте ведения горных работ, должна быть снабжена устройством защиты оператора при опрокидывании машины и устройством защиты от падающих кусков горной массы сверху.

Горно-транспортное оборудование, эксплуатируемое на объектах ведения открытых горных работ, должно быть укомплектовано в соответствии с нормами установленными заводом изготовителем:

- средствами пожаротушения;
- знаками аварийной остановки;
- медицинскими аптечками;
- упорами (башмаками) для подкладывания под колеса (для колесной техники);
- звуковым прерывистым сигналом при движении задним ходом;
- проблесковыми маячками желтого цвета, установленными на кабине;
- двумя зеркалами заднего вида;
- ремонтным инструментом, предусмотренным заводом-изготовителем;

руководством по эксплуатации и ремонту (техническим паспортом) завода-изготовителя.

Ответственное лицо за выпуск горнотранспортного оборудования на линию, после проверки его технического состояния, выдает водителям (операторам) путевые листы с указанием мер безопасного производства работ с занесением записи в бортовой журнал.

Согласно п. 1066-1067 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...»:

В случае аварийной остановки самоходной техники должны быть приняты меры, исключаящие ее самопроизвольное движение под уклон.

Для осмотра ножа или ковша снизу необходимо опустить его на специальные надежные упоры, а двигатель выключить.

Согласно п. 1035 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...»: исправность и комплектность горных машин должна проверяться ежемесячно машинистом, еженедельно - механиком, энергетиком участка и ежемесячно главным механиком, главным энергетиком или другими лицами, назначенными распорядительным документом с занесением записи в бортовой журнал.

В соответствии с п.31 и 34, 35 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...»:

На каждом объекте ведения горных работ и переработки полезных ископаемых должен быть определен перечень видов работ, к которым предъявляются повышенные требования безопасности, утвержденный техническим руководителем организации. Выполнение работ, к которым предъявляются повышенные требования безопасности, должно выполняться по наряду-допуску и под непосредственным руководством лица технического надзора.

Рабочие, выполняющие работы повышенной опасности в начале рабочего дня (смены), должны проходить медицинский осмотр (освидетельствование) на состояние алкогольного и наркотического опьянения. В конце рабочего дня (смены) медицинский осмотр (освидетельствование) проводится на основании решения руководителя объекта.

Рабочие, занятые на работах, выполнение которых предусматривает совмещение профессий, должны быть обучены безопасным приемам труда и проинструктированы по всем видам совмещенных работ.

Обслуживание машин и механизмов, управление которыми связано с оперативным включением и отключением электроустановок, должно осуществляться электротехнологическим персоналом, имеющим соответствующую группу по электробезопасности, дающую право персоналу по наряду (распоряжению) с записью в оперативном журнале производить оперативные переключения кабельных линий в пределах закрепленного за ним горного оборудования и его приключательного пункта.

При изменении характера работы, а также после произошедших несчастных случаев, аварий или после допущения грубых нарушений требований безопасного ведения работ работникам объекта должен проводиться внеплановый инструктаж.

В соответствии с п.1036-1040 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...»:

В нерабочее время горные, транспортные и дорожно-строительные машины должны быть отведены от забоя в безопасное место, рабочий орган опущен на землю, кабина заперта, с питающего кабеля снято напряжение.

Проезд в многоместных кабинах автомобилей, в железнодорожных составах и кабинах локомотивов разрешается лицам, сопровождающим составы, а также лицам сменного технического надзора и отдельным работникам при наличии у них письменного разрешения технического руководителя. Количество перевозимых людей должно устанавливаться руководителем организации.

Перегон горных, транспортных и дорожных машин с одной рабочей площадки на другую и перевозка их на транспортных средствах должны производиться в соответствии с технологическими картами, утвержденными техническим руководителем организации. Переезд через железнодорожные пути бульдозерам, автомашинам и другим колесным, гусеничным или шагающим машинам должен осуществляться в установленных местах, оборудованных в соответствии с проектной документацией и обозначенных дорожными знаками.

Работы с использованием горных, транспортных и дорожных машин должны вестись по проекту производства работ (паспорту). Паспорта должны находиться в кабинах машин.

Запрещается ведение горных работ без утвержденного паспорта, а также с отступлениями от него.

Транспортирование (буксировка) самоходных горных машин и вспомогательного оборудования, включая комплектные трансформаторные подстанции, комплектные распределительные устройства, приключательные пункты, на территории объекта горных работ разрешается только с применением жесткой сцепки и при осуществлении специально разработанных организацией мероприятий, обеспечивающих безопасность транспортирования. транспортирование машин и оборудования с применением других видов сцепки, использованием двух и более тягачей должно осуществляться по мероприятиям с оформлением наряда-допуска.

В случае внезапного прекращения подачи электроэнергии персонал, обслуживающий механизмы, обязан перевести пусковые устройства электродвигателей и рычаги управления в положение "Стоп" (нулевое). Запрещается присутствие посторонних лиц в кабине и на наружных площадках машин и механизмов при их работе, кроме лиц технического надзора и лиц, имеющих разрешение технического руководителя организации. Конструктивные элементы оборудования, трапы и площадки должны ежесменно очищаться от горной массы и грязи.

Хранение легковоспламеняющихся веществ на горных и транспортных машинах запрещается. Смазочные и обтирочные материалы должны храниться в закрытых металлических ящиках.

23.6 Обеспечение безопасности при ведении буровых работ

Буровые работы в карьере ведутся в соответствии с требованиями ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» утвержденных приказом Ростехнадзора № 505 от 8 декабря 2020.

Согласно п. 989-991 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...», рабочее место для ведения буровых работ должно быть обеспечено:

- подготовленным фронтом работ (очищенной и спланированной рабочей площадкой);
- проектом (паспортом, технологической картой) на бурение.

Маркшейдерское обеспечение буровзрывных работ должно осуществляться в соответствии с установленными требованиями.

Буровой станок должен быть установлен на безопасном расстоянии от верхней бровки уступа в соответствии с проектом, но не менее 2 м от бровки до ближайшей точки опоры станка, а его продольная ось при бурении первого ряда скважин должна быть перпендикулярна бровке уступа.

Запрещается подкладывать куски породы под домкраты станков. При установке буровых станков шарошечного бурения на первый от откоса ряд скважин управление станками должно осуществляться дистанционно.

Перемещение бурового станка с поднятой мачтой на уступе должно осуществляться по спланированной площадке в пределах выставленного блока под бурение. При перегоне бурового станка с уступа на уступ или под высоковольтной линией мачта должна быть уложена в транспортное положение, буровой инструмент - снят или закреплен.

Каждая скважина, диаметр устья которой более 250 мм, после окончания бурения должна быть перекрыта. Участки пробуренных скважин должны быть ограждены предупредительными знаками. Порядок ограждения зоны пробуренных скважин и их перекрытия утверждается техническим руководителем организации.

Разведочные буровые скважины, не подлежащие применению, должны быть ликвидированы.

Согласно п. 992 - 995 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...»:

Шнеки у станков вращательного бурения с немеханизированной сборкой-разборкой бурового става и очисткой устья скважины должны иметь ограждения, заблокированные с подачей электропитания на двигатель вращателя.

Запрещается работа буровых станков при неисправных ограничителях переподъема бурового снаряда, тормозе лебедки и системы пылеподавления.

Подъемный канат бурового станка должен иметь пятикратный запас прочности. Не менее одного раза в неделю механик участка или другое специально назначенное лицо должны проводить наружный осмотр каната с отметкой в журнале о результатах осмотра.

Выступающие концы проволок должны быть обрезаны. При наличии в подъемном канате более 10% порванных проволок на длине шага свивки его необходимо заменить.

При бурении перфораторами и электросверлами ширина рабочей бермы должна быть не менее 4 м. Подготовленные для бурения негабаритные куски должны укладываться устойчиво в один слой вне зоны возможного обрушения уступа.

23.7 Обеспечение безопасности при ведении взрывных работ

Взрывные работы производят в соответствии требованиям ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения» утвержденных приказом Ростехнадзора № 494 от 3 декабря 2020 по утверждаемым ежемесячно графикам.

При производстве взрывных работ должны обеспечиваться следующие основные меры безопасности:

– при производстве взрывных работ проводить мероприятия по обеспечению безопасности персонала взрывных работ, предупреждению отравлений людей пылью взрывчатых веществ и ядовитыми продуктами взрывов, а также осуществлять комплекс мер, исключающий возможность взрыва пыли взрывчатых веществ и взрываемой массы;

– взрывные работы должны выполняться взрывниками под руководством лица технического надзора по письменным нарядам с ознакомлением под роспись и соответствующим нарядам-путевкам и проводиться только в местах, отвечающих требованиям правил и инструкций по безопасности работ;

– взрывание должно проводиться по оформленной в установленном порядке технической документации (проектам, паспортам и т.п.). С такими документами персонал, осуществляющий буровзрывные работы, должен быть ознакомлен под роспись.

Согласно п. 154 ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения», каждая организация, ведущая взрывные работы с применением массовых взрывов, должна иметь типовой проект буровзрывных (взрывных) работ, являющийся базовым документом для разработки паспортов и проектов буровзрывных (взрывных) работ, в том числе и проектов массовых взрывов, выполняемых в конкретных условиях.

Типовой проект буровзрывных (взрывных) работ должен выполняться с учетом утвержденного проекта разработки месторождения, результатов экспериментальных и промышленных взрывов, научно-технических разработок, передового производственного

опыта по взрывным работам в аналогичных условиях, требований ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения».

Организация, ведущая взрывные работы, должна информировать территориальный орган исполнительной власти в области промышленной безопасности о проводимых массовых взрывах.

В соответствии с п. 407 ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения», в типовом проекте буровзрывных работ приводятся ситуационный план с указанием границ карьерного поля, объектов строительства, зданий, сооружений, линий электропередачи и коммуникаций, находящихся в пределах максимальной опасной зоны; краткие геологическая и гидрогеологическая характеристики пород и полезных ископаемых, их классификация по крепости, трещиноватости, буримости, взрываемости; технологические условия (ширина рабочих площадок, высота уступов); методики и общие расчеты параметров буровых и взрывных работ; обоснование выбора диаметров шпуров и скважин, взрывчатых веществ и средств инициирования, средств механизации буровзрывных работ, взрывных и контрольно-измерительных приборов; способы взрывания; схемы взрывной сети; конструкции зарядов и боевиков (промежуточных детонаторов); методика расчета интервалов замедлений и принятые интервалы; параметры расположения скважин на уступах; расходные коэффициенты и расчетные показатели взрывов (удельный расход взрывчатых веществ, выход горной массы с 1 погонного метра скважины); методика расчета безопасных расстояний, типовой паспорт дробления негабаритов.

Типовой проект подлежит утверждению руководителем (техническим руководителем) организации, ведущей взрывные работы, или лицом, его замещающим. При выполнении взрывных работ подрядными организациями указанный проект подлежит утверждению руководителями (техническими руководителями) организаций заказчика и подрядчика или замещающими их лицами с конкретным указанием обязанностей сторон по вопросам обеспечения безопасности работ и сохранности взрывчатых материалов.

Проекты буровзрывных (взрывных) работ должны содержать решения по безопасной организации работ с указанием основных параметров буровзрывных работ, способам инициирования зарядов, расчетам взрывных сетей, конструкциям зарядов и боевиков; данные о способе заряжания, предполагаемом расходе взрывчатых материалов, об определении запретной зоны и способа ее охраны, об определении опасной зоны и охране этой зоны с учетом объектов, находящихся в ее пределах (здания, сооружения, коммуникации), о местах нахождения людей и оборудования, о порядке доставки и размещения взрывчатых материалов

при подготовке и проведении взрывов, о порядке допуска людей после взрыва, проветривания района взрывных работ и других мерах безопасности, дополняющих в конкретных условиях требования п.155 ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения». Согласно п. 159 ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения», при производстве взрывных работ перед началом заряжания с момента доставки взрывчатых материалов к местам производства работ вводится запретная зона, в пределах которой запрещается находиться людям, не связанным с заряданием.

Проход в запретную зону разрешается только в сопровождении руководителя взрывных работ.

Размеры запретной зоны должны определяться в проекте (паспорте) буровзрывных (взрывных) работ.

На открытых горных работах запретная зона должна составлять не менее 20 м от ближайшего заряда. Она распространяется как на рабочую площадку того уступа, на котором проводится зарядание, так и на ниже- и вышерасположенные уступы, считая по горизонтали от ближайших зарядов.

Согласно п.160-165 ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения», опасная зона должна определяться расчетом в проекте или паспорте буровзрывных (взрывных) работ и вводиться:

- с начала укладки боевиков при взрывании с применением электродетонаторов в боевиках;
- до начала установки в сеть пиротехнических реле (замедлителей) или детонаторов при взрывании с применением детонирующих шнуров;
- с момента подсоединения волноводов участков к магистрали при использовании в боевиках неэлектрических систем инициирования с низкоэнергетическими волноводами;
- с момента подсоединения взрывной сети участков к магистральной при взрывании с использованием электронных систем инициирования.

На границах запретной и опасной зон должны быть выставлены посты, обеспечивающие их охрану. Постовым запрещается поручать работу, не связанную с выполнением прямых обязанностей.

При попадании в опасную зону объектов другой организации ее руководитель должен письменно оповещаться не менее чем за сутки о месте и времени производства взрывных работ, при этом все люди из этих объектов должны выводиться за пределы опасной зоны с письменным оповещением об этом руководителя взрывных работ.

При производстве взрывных работ необходима подача звуковых, а в темное время суток (при производстве взрывных работ на поверхности) и световых сигналов для оповещения людей. Запрещается подача сигналов голосом, а также с применением взрывчатых материалов.

Значение и порядок сигналов:

а) первый сигнал - предупредительный (один продолжительный). Сигнал подается при вводе опасной зоны;

б) второй сигнал - боевой (два продолжительных). По этому сигналу проводится взрыв;

в) третий сигнал - отбой (три коротких). Он означает окончание взрывных работ.

Сигналы должны подаваться взрывником или специально назначенным работником организации, ведущей взрывные работы.

Способы подачи и назначение сигналов, время производства взрывных работ должны быть доведены до сведения работников, а при взрывных работах на земной поверхности - до жителей населенных пунктов и работников предприятий, примыкающих к опасной зоне.

Допуск людей к месту взрыва после его проведения может разрешаться лицом, осуществляющим руководство взрывными работами, или по его поручению взрывником, только после того, как будет установлено, что работа в месте взрыва безопасна (отсутствие остатков взрывчатых материалов, отсутствие отказов, полное восстановление видимости, снижение концентрации ядовитых продуктов взрыва в воздухе до установленных ПДК, отсутствие заколов и других участков неустойчивости пород в месте взрыва).

В соответствии с п. 181-184 ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения», во время грозы запрещается производство взрывных работ с применением электровзрывания как на земной поверхности, так и в проводимых с поверхности горных выработках. Если электровзрывная сеть была смонтирована до наступления грозы, то перед грозой необходимо провести взрывание или отсоединить участковые провода от магистральных, концы тщательно изолировать, людей удалить за пределы опасной зоны или в укрытие.

Запрещается проводить взрывные работы (работы с взрывчатыми материалами) при недостаточном освещении рабочего места.

При взрывании шпуровых и наружных зарядов для разделки негабаритных кусков на развалах зарядание и монтаж взрывной (электровзрывной) сети разрешается выполнять только сверху вниз.

Запрещается во всех случаях разбуривать оставшиеся части шпуров («стаканы») вне зависимости от наличия или отсутствия в них остатков взрывчатых материалов.

Согласно п. 188 ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения», взрывные работы на земной поверхности, представляющие угрозу безопасности воздушного движения (при попадании трассы воздушного судна в опасную зону по разлету кусков горной массы, ударно-воздушной волне), должны осуществляться только после согласования их проведения в установленном порядке.

Организации, ведущие взрывные работы, должны иметь инструкции по ликвидации отказавших зарядов взрывчатых веществ, утвержденные распорядительным документом организации, ведущей взрывные работы.

Инструкции по ликвидации отказавших зарядов взрывчатых веществ необходимо составлять в соответствии с требованиями п. 189-213 ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения» и с учетом местных особенностей, в том числе горно-геологических и горнотехнических условий, методов взрывных работ, способов взрывания, применяемых взрывчатых веществ и средств инициирования.

Инструкция должна содержать:

- основные мероприятия по предупреждению отказавших зарядов;
- порядок обнаружения невзорвавшихся зарядов;
- методы ликвидации отказов для каждого вида взрывных работ;
- величину радиуса опасной зоны при ликвидации отказа, порядок ее обозначения на местности и в подземных выработках, а также ее охране;
- организацию работ по ликвидации отказов;
- порядок сбора, учета и уничтожения остатков взрывчатых материалов, извлеченных при ликвидации отказа;
- мероприятия по безопасности работ.

Всех должностных лиц и рабочих, связанных с подготовкой и производством взрывных работ, следует ознакомить под подпись с разработанной в организации, ведущей взрывные работы, инструкцией по ликвидации отказавших зарядов взрывчатых веществ.

При обнаружении отказов, каждый отказ должно быть записано в Журнал регистрации отказов при взрывных работах.

Работы, связанные с ликвидацией отказов, должны проводиться в соответствии с Инструкцией, утвержденной распорядительным документом организации, ведущей взрывные работы, под руководством руководителя взрывных работ.

В местах отказов запрещаются какие-либо работы, не связанные с ликвидацией отказов.

Определение проектных значений безопасных расстояний по разлету кусков, сейсмическому и ударному действию взрывов при массовых взрывах произведено согласно разделу XII ФНиП «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения» и на основании принятых в проекте параметров буровзрывных работ. Расчет безопасных расстояний при производстве взрывных работ приведен в п. 15.7.3.

23.8 Обеспечение безопасности при ведении экскаваторных работ

Экскаваторные работы в карьере ведутся в соответствии с требованиями ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» утвержденных приказом Ростехнадзора № 505 от 8 декабря 2020.

Согласно п. 974 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...»: Высота уступа должна определяться проектом с учетом результатов исследований физико-механических свойств горных пород и горно-геологических условий их залегания, а также параметров применяемого оборудования. Образование козырьков и нависей на уступах не допускается.

Согласно п. 983 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...»: При ведении горных работ расстояние между горнотранспортными машинами по горизонтали и вертикали должно составлять не менее 10 м при ручной разработке, не менее полуторной суммы максимальных радиусов черпания при экскаваторной разработке, при работе экскаваторов спарено на одном горизонте расстояние между ними должно быть не менее суммы их наибольших радиусов действия (для драглайна с учетом величины заброса ковша). При производстве горных работ с применением безлюдных технологий расстояние между оборудованием должно определяться в соответствии с проектом.

Согласно п.1044–1045, 1047-1051 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...»: Экскаватор необходимо располагать на уступе или отвале на выровненном основании с уклоном, не превышающим допустимого техническим паспортом экскаватора. Расстояние между откосом уступа, отвала или транспортным средством и контргрузом экскаватора устанавливается паспортом забоя в зависимости от горно-геологических условий и типа оборудования, но в любом случае должно быть не менее 1 м.

При работе экскаватора с ковшом вместимостью менее 5 м³ его кабина должна находиться в стороне, противоположной откосу уступа.

При погрузке в автотранспорт водители автотранспортных средств обязаны подчиняться сигналам машиниста экскаватора, значение которых устанавливается техническим руководителем организации. С перечнем сигналов должны быть ознакомлены машинисты экскаватора и водители транспортных средств.

Таблица сигналов должна быть вывешена на кузове экскаватора на видном месте.

Запрещается во время работы экскаватора пребывание работников (включая обслуживающий персонал) в зоне его действия (радиус опасной зоны экскаватора). Информация о радиусе опасной зоны должна быть указана на кузове экскаватора.

Применяющиеся на экскаваторах канаты должны соответствовать руководству по эксплуатации экскаватора или паспорту и иметь сертификат завода-изготовителя. Канаты подвески стрелы подлежат осмотру не реже одного раза в неделю механиком участка. На длине шага свивки должно быть не более 15% порванных проволок от их общего числа в канате. торчащие концы оборванных проволок должны быть обрезаны.

Подъемные, тяговые и напорные канаты подлежат осмотру в сроки, установленные техническим руководителем организации. Результаты осмотра канатов заносятся в журнал приема-сдачи смены, а записи об их замене с указанием даты установки и типа установленного каната заносятся в агрегатный журнал горной машины.

В случае угрозы обрушения или оползания уступа во время работы экскаватора или при обнаружении отказавших зарядов взрывчатых материалов машинист экскаватора обязан прекратить работу, отвести экскаватор в безопасное место и поставить в известность технического руководителя смены.

Негабаритные куски горной массы должны укладываться устойчиво в один слой, не создавая препятствий для перемещения горнотранспортного оборудования на площадке.

При работе экскаватора на грунтах, не выдерживающих давления гусениц, должны осуществляться специальные меры, отражаемые в паспорте забоя, обеспечивающие его устойчивое положение.

Согласно п.1041,1043 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...»: При передвижении гусеничного экскаватора по горизонтальному участку или на подъем привод ходовой тележки должен находиться сзади, а при спусках с уклона - впереди. Ковш должен быть опорожнен и находиться не выше 1 м от почвы, а стрела должна быть установлена по ходу экскаватора.

При передвижении гидравлического экскаватора погрузочный ковш должен располагаться в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

При движении экскаватора на подъем или при спусках должны быть предусмотрены меры, исключающие самопроизвольное скольжение.

Перегон экскаватора должен осуществляться по трассе, расположенной вне призм обрушения, с уклонами, не превышающими допустимые по техническому паспорту экскаватора, и имеющей ширину, достаточную для маневров. Перегон экскаватора должен

производиться по сигналам помощника машиниста или специально назначенного лица, при этом должна быть обеспечена постоянная видимость между ними и машинистом экскаватора.

23.9 Обеспечение безопасности работы карьерного транспорта

Безопасность на транспорте напрямую зависит от обоснованно выбранных параметров автодорог. При расчёте ширины проезжей части были приняты параметры проектируемых автодорог в соответствии с СП 37.13330.2012. «Свод правил. Промышленный транспорт» (актуализированная редакция СНиП 2.05.07-91*). Ширина проезжей части внутрикарьерных дорог устанавливаются проектом с учетом размеров автомобилей.

Временные въезды в траншеи должны устраиваться так, чтобы вдоль них при движении транспорта оставался свободный проход шириной не менее 1,5 м с обеих сторон.

При наличии уклона дороги более 60 промилле должны устраиваться площадки с уклоном до 20 промилле длиной не менее 50 метров и не реже чем через каждые 600 м длины уклона.

Проезжая часть дороги внутри контура карьера (кроме забойных дорог) должна соответствовать проекту и быть ограждена от призмы возможного обрушения породным валом или защитной стенкой. Высота породного вала принимается не менее половины диаметра колеса самого большого по грузоподъемности эксплуатируемого на карьере автомобиля. Вертикальная ось, проведенная через вершину породного вала, должна располагаться вне призмы обрушения.

Расстояние от внутренней бровки породного вала (защитной стенки) до проезжей части должно быть не менее 0,5 диаметра колеса автомобиля максимальной грузоподъемности, эксплуатируемого в карьере.

В зимнее время автодороги должны быть очищены от снега и льда, посыпаны песком (шлаком, мелким щебнем) или обработаны специальным антигололедным составом.

Каждый автомобиль должен иметь технический паспорт, содержащий его основные технические и эксплуатационные характеристики. Находящиеся в эксплуатации карьерные автомобили должны быть укомплектованы:

- средствами пожаротушения;
- знаками аварийной остановки;
- медицинскими аптечками;
- упорами (башмаками) для подкладывания под колеса;
- звуковым прерывистым сигналом при движении задним ходом;
- устройством блокировки (сигнализатором) поднятия кузова под воздушной линией для самосвалов грузоподъемностью 30 т и более;

- двумя зеркалами заднего вида;
- средствами связи.

На линию автомобили должны выпускаться при условии, если все их агрегаты и узлы, обеспечивающие безопасность движения, а также безопасность других работ, предусмотренных технологией применения автотранспорта, находятся в технически исправном состоянии. Они должны также иметь необходимый запас горючего и комплект инструмента, предусмотренный заводом-изготовителем.

Запрещается использование открытого огня (паяльных ламп, факелов) для разогревания масел и воды.

Объекты открытых горных работ для этих целей должны быть обеспечены стационарными пунктами пароподогрева (электроподогрева) в местах стоянки машин.

Водители должны иметь при себе документы на право управления соответствующим автомобилем.

Водители, управляющие автомобилями с дизель-электрической трансмиссией, должны иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже II.

В соответствии с требованиями п.п. 1172-1182 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...»: Движение автомобилей должно регулироваться дорожными знаками. Скорость и порядок движения автомобилей, автомобильных и тракторных поездов на технологических дорогах карьера устанавливаются техническим руководителем организации.

Буксировка неисправных самосвалов грузоподъемностью 27 т и более должна осуществляться специальными тягачами. Запрещается оставлять на проезжей части дороги неисправные самосвалы.

Работа на объекте открытых горных работ водителей транспортных средств должна производиться после инструктирования по мерам безопасности, практического ознакомления с маршрутами движения и выдачи удостоверения на право работы на объекте открытых горных работ.

Водителям автомобилей и самоходного горнотранспортного оборудования должны выдаваться путевые листы.

Въезд на территорию объекта ведения горных работ (горного отвода) автомобилей, тракторов, тягачей, погрузочных, грузоподъемных машин, принадлежащих другим организациям, должен осуществляться с разрешения руководства организации, эксплуатирующей объект, после инструктажа водителя (машиниста) с записью в специальном журнале.

Контроль за техническим состоянием самосвалов, соблюдением правил дорожного движения должен обеспечиваться должностными лицами объекта организации, а при эксплуатации автотранспорта - подрядной организацией, работающей на основании договора, должностными лицами подрядной организации.

При выпуске на линию и возврате в гараж должен обеспечиваться предрейсовый и послерейсовый контроль водителями и должностными лицами технического состояния автотранспортных средств в порядке и в объемах, утвержденных техническим руководителем организации.

На технологических дорогах обгон транспортных средств запрещен.

При погрузке горной массы в автомобили экскаваторами должны выполняться следующие условия:

- ожидающий погрузки автомобиль должен находиться за пределами радиуса опасной зоны экскаватора и становиться под погрузку только после разрешающего сигнала машиниста экскаватора;

- находящийся под погрузкой автомобиль должен быть в пределах видимости машиниста экскаватора;

- находящийся под погрузкой автомобиль должен быть заторможен;

- погрузка в кузов автомобиля должна производиться только сзади или сбоку, перенос экскаваторного ковша над кабиной автомобиля запрещается;

- высота падения груза должна быть минимально возможной и во всех случаях не превышать 3 м;

- загруженный автомобиль должен следовать к пункту разгрузки только после разрешающего сигнала машиниста экскаватора.

Запрещается односторонняя или сверхгабаритная загрузка, а также превышающая установленную грузоподъемность автомобиля.

Кабина самосвала, предназначенного для эксплуатации на объекте открытых горных работ, должна быть снабжена устройствами защиты водителя при опрокидывании машины и защиты от падающих кусков горной массы сверху, предусмотренных заводом-изготовителем.

При погрузке горной массы экскаваторами кабина самосвала должна быть перекрыта защитным козырьком, обеспечивающим безопасность водителя.

При отсутствии устройств защиты водитель автомобиля обязан выйти на время загрузки из кабины и находиться за пределами максимального радиуса опасной зоны экскаватора (погрузчика).

При работе на линии запрещается:

- движение автомобиля с поднятым кузовом;

- ремонт и разгрузка под линиями электропередачи;
- в пунктах погрузки движение задним ходом более 30 м (за исключением работ по проведению траншей);
- переезд кабелей, уложенных по почве и не огражденных специальными предохранительными устройствами;
- перевозка посторонних людей в кабине;
- выход из кабины автомобиля до полного подъема или опускания кузова;
- остановка автомобиля на уклоне и подъеме;
- движение вдоль железнодорожных путей на расстоянии менее 5 метров от ближайшего рельса;
- эксплуатация автомобиля с неисправным пусковым устройством двигателя.

В случае остановки автомобиля на подъеме или уклоне вследствие технической неисправности водитель обязан принять меры, исключая самопроизвольное движение автомобиля.

Во всех случаях при движении автомобиля задним ходом должен подаваться звуковой сигнал.

Очистка кузова от налипшей и намерзшей горной массы должна производиться в специально отведенном месте механизированным способом.

Шиномонтажные работы должны осуществляться в отдельных помещениях или на специальных участках, оснащенных необходимыми механизмами и ограждениями. Лица, выполняющие шиномонтажные работы, должны быть обучены и проинструктированы.

23.10 Обеспечение безопасности при ведении отвальных работ

Отвальные работы должны производиться на основе паспорта бульдозерного отвала, составленного в соответствии ФНИП «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» утвержденных приказом Ростехнадзора № 505 от 8 декабря 2020.

В соответствии с требованиями п.п. 1002, 1004-1005 ФНИП «Правила безопасности при ведении горных работ ...»: Выбор участков для размещения отвалов должен производиться после проведения инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий. В проекте должна быть приведена характеристика грунтов на участках, предназначенных для размещения отвалов.

Порядок образования и эксплуатации отвалов, расположенных над действующими подземными выработками, а также засыпки провалов и отработанных участков объектов открытых горных работ должен определяться специальным проектом.

Возможность отсыпки отвалов на заболоченных и обводненных территориях определяется проектом, предусматривающим необходимые меры безопасности отвальных работ.

Запрещается размещение отвалов на площадях месторождений, подлежащих отработке открытым способом.

Запрещается складирование снега в породные отвалы.

При появлении признаков оползневых процессов 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 объекта.

В соответствии с требованиями п.п. 1014-1020 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...»: Дороги в карьерах и на отвалах должны располагаться за пределами границ скатывания кусков горной массы с откосов уступов.

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

Автомобили и другие транспортные средства должны разгружаться на отвале и перегрузочном пункте 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 доводиться до сведения персонала. Все работники на отвале и перегрузочном пункте должны быть ознакомлены с паспортом под подпись.

Площадки отвалов, формируемые бульдозерами, фронтальными погрузчиками, а также перегрузочных пунктов должны иметь по всему фронту разгрузки поперечный уклон не менее 3 градусов, направленный от бровки откоса в глубину отвала на длину базы работающих самосвалов, и необходимый фронт для маневровых операций автомобилей, автопоездов, бульдозеров, фронтальных погрузчиков и другой техники.

При въезде на отвалы и перегрузочные пункты должны располагаться схемы, устанавливающие порядок движения автомобилей по территории объекта. 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. Контроль за наличием сформированных предохранительных валов и их соответствием паспортам должен осуществляться ежесменно лицами технического надзора. При выявлении фактов отсутствия или несоответствия предохранительных валов паспортам лицо технического надзора обязано сообщить диспетчеру смены. Запрещается выполнять работы при отсутствии предохранительного вала, установленного паспортом, кроме работ по его формированию. При отсутствии предохранительного вала и его высоте, менее установленной проектной документацией, запрещается подъезжать к бровке отвала ближе чем на 5 м или ближе расстояния, указанного в паспорте.

Высота ограждения загрузочного отверстия приемного бункера должна быть не менее 0,5 диаметра колеса автомобиля. При использовании автомобилей различной грузоподъемности подъезд к приемному бункеру должен быть разбит на секторы с высотой ограждения загрузочного отверстия для автомобилей соответствующей грузоподъемности. В темное время суток зона разгрузки должна быть освещена.

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

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

Запрещается одновременная работа на перегрузочном пункте экскаватора в одном секторе с бульдозером или самосвалом.

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

На территории складирования горной массы (пород), на разгрузочных площадках, перегрузочных пунктах (складах) запрещается нахождение посторонних лиц, автотранспорта и другой техники, не связанных с технологией ведения разгрузочно-погрузочных работ. Во всех случаях люди должны находиться от механизма на расстоянии не менее 5 м.

Геолого-маркшейдерской службой организации должен быть организован контроль за устойчивостью отвалов и инструментальные наблюдения за деформациями всей площади отвала. методы и способы наблюдений и оценки их результатов определяются проектом наблюдательной станции или проектом производства маркшейдерских работ.

Согласно п. 1046 ФНиП «Правил безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых»: 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 ФНиП «Правила безопасности при ведении горных работ ...».

23.11 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.

23.12 Мероприятия по уменьшению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

К основным воздухоохраным мероприятиям относятся мероприятия, направленные на сокращение объемов выбросов и снижение их приземных концентраций. Основными требованиями безопасности при выполнении производственных операций является соблюдение норм технологического режима работы оборудования.

Уменьшение выбросов загрязняющих веществ будет достигаться с помощью выполнения следующих условий и мероприятий:

1. Особое ведение технологического процесса:

- использование современного технологического оборудования;
- применение буровых станков, использующих электрическую энергию вместо жидкого топлива;
- 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 и современного технологического оборудования);

- применение короткозамедленного взрывания.

2. Специальные мероприятия:

- орошение водой дорог;
- орошение водой зоны оседания пыли после проведения взрыва;
- применение буровых станков, оснащенных системой водо-воздушного пылеподавления.

3. Организационно-технические мероприятия:

- систематическое и своевременное проведение техосмотров и техобслуживания используемой техники и горнотранспортного оборудования;
- обеспечение полноты сгорания топлива за счёт исключения работы оборудования на переобогащённых смесях, применение топлива соответствующей марки и чистоты;
- сокращение холостых пробегов и работы двигателей без нагрузок;
- движение транспорта только в пределах промплощадки и установленных дорог;
- организация и соблюдение санитарно-защитной зоны (соблюдение санитарного режима на данной территории);
- обеспечение технологического контроля производственных процессов, соблюдение правил эксплуатации и промышленной безопасности, предотвращающих возникновение аварийных ситуаций и, как следствие, загрязнение окружающей среды аварийными выбросами.

Данные об эффективности применения мероприятий по пылеподавлению и характеристика установок по очистке и обезвреживанию выбросов загрязняющих веществ в атмосферу приведена в табл. 23.2.

Таблица 23.2 - Эффективность и виды ПГУ

Источник выделения загрязняющих веществ в атмосферу	Вид ПГУ (пылеподавления)	Эффективность очистки (пылеподавления), %*
Буровые работы	Система водо-воздушного пылеподавления	95
Взрывные работы	Орошение взрываемого блока и зоны оседания пыли	85
Вскрышные и добычные работы	Орошение зоны оседания пыли в период проведения работ	80
Транспорт автомобильный	Полив автодорог	70

*на основании «Методики расчёта вредных выбросов (сбросов) для комплекса оборудования открытых горных работ (на основе удельных показателей)» (Люберцы, 1999 г.).

Взрывные работы в карьере проводятся при остановке всех технических процессов и удаления рабочего персонала с территории предприятия. В плохие погодные условия (гроза, туман, сильный ветер) взрывные работы не осуществляются.

Также сокращению выбросов в атмосферный воздух способствуют геологические и природные условия месторождения благодаря продолжительному устойчивому снежному покрову, сезонному промерзанию откосов и медленному их оттаиванию. Размеры выработанного пространства карьера и преобладающее направление ветров также благоприятствуют естественному проветриванию горных выработок.

