



АО «Научно-исследовательский институт по удобрениям и  
инсектофунгицидам имени профессора Я.В. Самойлова»  
Обособленное подразделение в г. Кировске

Заказчик – ООО «ПГЛЗ»

**ООО «ПГЛЗ». КАРЬЕР «ВОСТОЧНЫЙ» V УЧАСТКА ПИКАЛЕВСКОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ. ПЕРВЫЙ ЭТАП СТРОИТЕЛЬСТВА**

(Договор № 10ГХИ-41/12 от «09» июня 2012; ДС №11 от 30.01.2020)

**ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Раздел 5 Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-техниче-  
ского обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержа-  
ние технологических решений**

**Подраздел 7 Технологические решения**

**Часть 2 Открытые горные работы. Транспорт и отвальное хозяйство**

**Книга 1 Текстовая часть**

**05-02-0101-4112-1-ИОС7.2.1**

**Том 5.7.2.1**



АО «Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам имени профессора Я.В. Самойлова»  
Обособленное подразделение в г. Кировске

Заказчик – ООО «ПГЛЗ»

Инв. № 105805 *AS*  
03.06.2021

**ООО «ПГЛЗ». КАРЬЕР «ВОСТОЧНЫЙ» V УЧАСТКА ПИКАЛЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЯКОВ. ПЕРВЫЙ ЭТАП СТРОИТЕЛЬСТВА**

(Договор № 10ГХИ-41/12 от «09» июня 2012; ДС №11 от 30.01.2020)

**ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

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

**Подраздел 7 Технологические решения**

**Часть 2 Открытые горные работы. Транспорт и отвальное хозяйство**

**Книга 1 Текстовая часть**

**05-02-0101-4112-1-ИОС7.2.1**

**Том 5.7.2.1**

Главный инженер

Главный инженер проекта



*Поддубный*  
*Гаврилова*

Поддубный А.В.

Гаврилова Н.А.

## Список исполнителей

### Отдел открытых горных работ и транспорта

Начальник отдела



Л.В. Лимаренко

Главный специалист



Д.А. Саркисов

Инженер-конструктор 1 категории



Г.В. Король

### Отдел геологии и экологии

Начальник отдела



О.Ю. Петрова

Ведущий инженер-гидрогеолог



Д.А. Достанбаев

### Отдел транспорта и генерального плана

Начальник отдела



А.Ю. Шахновский

Ведущий инженер



Н.А. Овсянкина

### Отдел гидротехнических сооружений

Начальник отдела



А.С. Макеенков

Ведущий инженер



Т.В. Кочетков

Нормоконтроль



Т.А. Можаяева

## Содержание

Введение.....	4
1 Горно-геологические условия эксплуатации.....	5
2 Границы и запасы карьерного поля.....	8
2.1 Границы поля карьера «Восточный».....	8
2.2 Инженерно-геологические условия отработки запасов месторождения. Мероприятия по обеспечению устойчивости.....	9
2.3 Запасы поля карьера «Восточный».....	25
3 Проектная мощность карьера «Восточный». Режим работы.....	31
3.1 Современное положение горных работ.....	31
3.2 Проектная мощность карьера «Восточный».....	31
3.3 Объемы вскрышных работ карьера «Восточный».....	33
3.4 Режим работы карьера «Восточный».....	34
3.5 Срок работы карьера «Восточный» при отработке 1-го этапа.....	34
4 Вскрытие и порядок отработки поля карьера «Восточный».....	35
4.1 Порядок отработки.....	35
4.2 Вскрытие поля карьера.....	36
4.3 Горно-капитальные работы.....	36
5 Система разработки.....	41
5.1 Общие сведения.....	41
5.2 Выбор системы разработки.....	41
5.3 Элементы системы разработки.....	42
5.3.1 Вскрышные работы. Выбор и обоснование выемочно-погрузочного оборудования.....	42
5.3.2 Добычные работы.....	47
6 Буровзрывные работы.....	50
6.1 Бурение скважин.....	50
6.2 Взрывные работы.....	56
6.2.1 Дробление негабарита.....	58
6.2.2 Обоснование безопасных расстояний при производстве взрывных работ.....	59
7 Оборудование, машины и механизмы для вскрышных и добычных работ.....	66
8 Общая схема работ и календарный план разработки карьера «Восточный».....	71
9 Отвальное хозяйство.....	73
9.1 Инженерно-геологические условия отсыпки отвалов.....	74
10 Карьерный транспорт.....	87
10.1 Транспортная система.....	87

10.2	Железнодорожный транспорт.....	87
10.2.1	Тип подвижного состава, руководящий уклон железнодорожных путей и масса поезда.....	87
10.2.2	Объемы перевозок и парк оборудования .....	88
10.2.3	Схема путевого развития .....	89
10.2.4	Пропускная способность путевой схемы .....	90
10.2.5	Основные параметры проектируемых железнодорожных путей в карьере	90
10.2.6	Переукладка и содержание железнодорожных путей.....	91
11	Защита карьерного поля от поверхностных вод.....	93
11.1	Мероприятия по отведению поверхностных вод с пониженных участков рельефа.....	93
11.2	Защита карьерного поля от поверхностных водотоков, протекающих по территории отработки месторождения .....	100
11.2.1	Перенос поверхностных водных объектов с территории отработки карьера 2 года .....	100
11.2.2	Перенос поверхностных водных объектов с территории отработки карьера 5 года .....	102
11.2.3	Перенос поверхностных водных объектов с территории отработки карьера 10 года .....	103
12	Техника безопасности при ведении открытых горных работ.....	107
12.1	Горные работы.....	107
12.2	Взрывные работы .....	108
12.3	Транспорт.....	110
13	Способы проветривания карьера .....	111
13.1	Оценка естественного проветривания карьера .....	111
	Перечень нормативной и нормативно-правовой документации .....	113
	Приложение А Кинематические схемы экскаваторов.....	114
	Приложение Б Сертификат соответствия Slide 2 требованиям нормативных документов .....	118

## Введение

Настоящая проектная документация выполнена в соответствии с заданием Заказчика. Проектная документация выполнена в соответствии с принятыми решениями в «Техническом проекте разработки карьера «Восточный» V участка Пикалёвского месторождения известняков», 05-02-4112-0101, АО «НИУИФ», 2018 года, на 1 этап строительства, на достижение производственной мощности карьера 2,8 млн. т по добыче известняка.

Возможная производительность карьера «Восточный» по полезному ископаемому принята исходя из расчета по горнотехническим условиям и объемов эксплуатационных запасов полезного ископаемого, попадающие в отработку. Объемы полезного ископаемого определены на основе горно-геометрического анализа условий залегания пластов с использованием каркасно-блочной модели месторождения.

## 1 Горно-геологические условия эксплуатации

Участок Пикалевского месторождения известняков расположен в 10 км от дробильно-сортировочно-размольного участка (ДСРУ) известнякового рудника, на водоразделе рек Тихвинка – Белая и занимает площадь 7,0 км<sup>2</sup>.

Основная часть площади покрыта лесами, в отдельных участках заболоченными. Рельеф поверхности относительно спокойный, максимальные отметки поверхности 168 м, минимальная – 142 м.

Современный рельеф района месторождения определяется на западе девонской низиной, на востоке карбоновым уступом и плато.

Карбоновый уступ, к которому приурочено Пикалевское месторождение, проходит с юго-запада на северо-восток в центральной части района полосой шириной 10-12 км. Склоны уступа расчленены сетью речных долин с глубиной вреза до 50 м.

Характерно для рельефа широкое развитие карста.

Климат района умеренно-континентальный, с продолжительной зимой и коротким прохладным летом, отличается избыточной увлажненностью и преобладанием северо-западных ветров. Годовое количество осадков составляет 616 мм, что на 200-250 мм превышает величину испарения.

В строении месторождения участвуют породы нижнекаменноугольного возраста (визейский и серпуховский ярусы) и четвертичные отложения. В составе визейского яруса выделяются горизонты: (снизу вверх): михайловский, веневский, тарусский и стешевский. К серпуховскому ярусу относится протвинский горизонт. Наиболее распространены породы веневского горизонта, наименее - породы стешевского и протвинского горизонтов.

Горизонты сложены в верхней части пачкой карбонатных пород, в нижней - песчано-глинистыми образованиями, залегают со слабым наклоном к югу, при этом почва и кровля известняков имеют слабо волнистый характер. Общая мощность нижнекаменноугольных отложений 80-100 м.

Четвертичные отложения представлены валунными глинами, суглинками, супесями, ленточными глинами и маломощными линзами песков. Мощность четвертичных отложений 2-2,5 м (обычно 2-7 м).

Распространение известняков в пределах месторождения контролируется современным рельефом. Естественной границей с северо-запада является срез известняков в

склоне карбонового уступа. В восточном и южном направлениях известняки распространяются под покрывающими породами, границы здесь условно проведены по крайним разведочным выработкам, вскрывшим кондиционные известняки.

На V участке промышленный интерес представляют веневский и тарусский горизонты. В южной части участка встречены некондиционные известняки стешевского горизонта.

Веневский горизонт распространен на всей площади участка, тарусский - на 45%.

Дотарусским размывом участок известняков разделен на две залежи – Западную и Восточную.

Западная залежь длиной с севера на юг 3,5 км и шириной 0,3-1,3 км имеет мощность 2-8,6 м. Восточная размером 3-3,5х 1,5-2,5 км имеет мощность 2,4-9,8 м.

Полезная толща Восточной залежи представлена двумя промышленными залежами известняков: тарусским (верхний пласт) и веневским (нижний пласт).

Известняки стешевского горизонта имеют незначительное распространение в южной части участка. По качеству они не пригодны ни для комплексного использования, ни для цементного производства.

Залежи представляют собой почти горизонтальные пласты со слабоволнистой почвой и кровлей. Мощность веневского пласта колеблется от 2,4 м до 9,8 м, при средней – 6,34 м. Мощность тарусского пласта изменяется от 2,0 м до 7,8 м, при средней 3,53 м.

Известняки разбиты вертикальными и горизонтальными трещинами и затронуты поверхностным (незначительно) и подземным (повсеместно) карстом, представляющим собой воронки, котловины и горизонтальные полости. Трещины и карстовые пустоты заполнены песчано-глинистым и рыхлым карбонатным материалом.

В составе вскрыши выделяются верхняя и промежуточная.

Верхняя вскрыша, залегающая непосредственно над первым промышленным горизонтом, представлена озерно-ледниковыми глинами, валунными суглинками, включающими в себя, в нижней части разреза, отторженцы карбонатных и песчано-глинистых пород. В южной части участка к верхней вскрыше относятся также карбонатные и песчано-глинистые породы стешевского горизонта. Мощность этой вскрыши изменяется от 7,2 м до 24,2 м, средняя – 14,5 м, в том числе мощность скальных пород горизонта – 3,2 м.

Промежуточной вскрышей, разделяющей промышленные горизонты известняков, являются песчано-глинистые породы тарусского горизонта, мощностью 2÷5 м. К промежуточной вскрыше отнесены некондиционные доломитизированные породы нижней части карбонатной пачки тарусского горизонта, мощность которых колеблется от 0 до 4 м.



Общая мощность вскрыши (верхней и промежуточной) колеблется от 7,2 до 30 м, средняя – 14,7 м.

Подстилающими породами для промышленных известняков веневского горизонта являются пески тонкие, пылеватые, глинистые, реже глины и на небольших площадях скальные породы – доломиты, доломитизированные известняки и известняки, загрязненные песчано-глинистым материалом.

Известняки тарусского горизонта на большей части площади подстилаются некондиционными карбонатными породами.

Физико-механические свойства известняков и пород вскрыши характеризуются следующими показателями, приведенными в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Физико-механические свойства известняков и пород вскрыши

Показатели	Ед. изм.	Известняки	Вскрышные породы
Объемный вес	т/м <sup>3</sup>	2,10	2,0
Влажность	%	12	14÷24
Категория крепости по шкале проф. М.М. Протодьяконова		4÷8	1÷2

По трудности экскавации известняки и некондиционные карбонатные породы относятся к IV категории, рыхлые вскрышные породы ко II категории согласно классификации «ЕНВ на открытые горные работы. Экскавация и транспортирование».

По буримости известняки относятся, в основном, к IX-XIII категориям по единой классификации горных пород по буримости.

По сложности геологического строения месторождение относится ко 2 группе в соответствии с классификацией ГКЗ.

## 2 Границы и запасы карьерного поля

### 2.1 Границы поля карьера «Восточный»

В настоящей документации приняты технические решения, утвержденные в проектной документации «Технический проект разработки карьера «Восточный» V участка Пикалевского месторождения известняков» (АО «НИУИФ», 2018 г.) протоколом ЦКР-ТПИ Роснедр № 273/18-стп от 13.11.2018.

Построение карьера выполнено с учетом следующих положений:

- а) заложение откосов борта:
  - по веневскому горизонту – внутреннее;
  - по известнякам тарусского и стешевского горизонтов – внутреннее;
  - угол откоса борта по известнякам тарусского и веневского горизонтов для бортов в конечном положении – 60°;
- б) ширина транспортной бермы с размещением электрифицированного железнодорожного пути – 12,0 м;
- в) ширина бермы с размещением автодороги категории IV-к – 15,0 м;
- г) минимальный радиус закругления стационарных железнодорожных путей – 200 м.

Углы откоса вскрышного уступа траншей и полутраншей (бортов карьера), сложенного четвертичными отложениями, в зависимости от высоты, при которых необходимый запас устойчивости обеспечивается, приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Углы откоса уступов в зависимости от высоты

Высота уступа	до 5 м	до 10 м	до 14 м	более 14 м
Угол откоса	35°	30°	27°	25°

Принятой конструкцией нерабочих бортов, на которых размещаются технологические транспортные коммуникации (западный, северо-восточный и восточный борта), предусмотрены транспортные бермы на почве тарусского и на кровле веневского пластов.

Моделирование горных работ выполнялось на основе каркасно-блочной модели Восточной залежи месторождения, разработанной в программном комплексе MineScare на основании утвержденных запасов известняков V участка Пикалевского месторождения ЦКР ТПИ Роснедра протоколом № 273/18-стп от 13.11.2018.

Проектная документация «Технический проект разработки карьера «Восточный» V участка Пикалевского месторождения известняков» согласована на срок реализации проектных решений до 01.01.2040 в границах лицензии на право пользования недрами ЛОД 03605 ТЭ.

В данной проектной документации рассматривается 1 этап разработки карьера «Восточный» на первые 10 лет, включая период вскрытия залежи и эксплуатации карьера.

Положение горных работ на конец отработки 1 этапа (на конец десятого года отработки) приведено на листе 5 05-02-0101-4112-1-ИОС7.2.2.ГЧ.

## **2.2 Инженерно-геологические условия отработки запасов месторождения. Мероприятия по обеспечению устойчивости**

Инженерно-геологические условия отработки месторождения характеризуются как условия средней сложности. Характеристика инженерно-геологических условий принята на основании следующих фондовых материалов и отчётов по результатам инженерных изысканий:

- «Отчёт о доразведке и переоценке запасов V-го участка Пикалёвского месторождения в Бокситогорском районе Ленинградской области», том 1, Северо-Западное территориальное геологическое управление, 1979 год;
- «Отчет о результатах геологоразведочных работ по доразведке и переоценке запасов известняков Западной залежи V участка Пикалевского месторождения в 1991-1992 гг», Северо-Западное государственное геологическое предприятие, 1992 год;
- Отчёт о НИР «Экспертное заключение по максимальным параметрам устойчивых бортов, внутренних отвалов и предохранительных целиков карьера Новый известнякового рудника филиала «Пикалёвский глинозём» ОАО Металург», научно-исследовательский экологический центр «Техногем», 2002 год;
- Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий «ООО «ПГЛЗ» карьер «Восточный» V участка Пикалёвского месторождения известняков. Первый этап строительства», ОАО «ВологдаТИСИЗ», 2019 год;
- Технический отчёт по доизучению физико-механических характеристик массива горных пород «ООО «ПГЛЗ» карьер «Восточный» V участка Пикалёвского месторождения известняков. Первый этап строительства», ООО «ТехноТерра», 2019 год.

В геоморфологическом отношении рассматриваемый участок расположен в пределах западного склона Тихвинской гряды – наиболее высокой части Валдайской возвышенности, расположенной на стыке двух структурных элементов – Карбонового плато и Карбонового уступа. Рельеф территории возвышенный, полого-равнинный, расчленённый водотоками различных размеров, также для данной территории характерны карстовые формы рельефа в виде

воронки, просадки, ложбин, впадин и озёрных котловин. Наиболее широкое распространение имеют карстовые воронки диаметром от 5 до 30 м и глубиной от 1 м до 5 м.

В инженерно-геологическом строении участка в пределах ведения добычных пород выделяются два комплекса пород:

- Комплекс четвертичных отложений;
- Отложения нижнего карбона.

Нижнекаменноугольные отложения представлены веневским и тарусским горизонтами. Все горизонты имеют почти горизонтальное залегание со слабым наклоном к югу. Промышленный интерес представляют известняки веневского и тарусского горизонтов. Тарусский горизонт сложен в верхней части пачкой карбонатных пород, в нижней – песчаными и дресвяно-щебенистыми отложениями, веневский горизонт в верхней части также сложен пачкой карбонатных пород, в нижней – глинами лёгкими пылеватыми. Известняки выветрелые разбиты трещинами вертикальной и пластовой отдельности, закарстованы, с чем, главным образом, и связана их фильтрационная неоднородность. Трещины полые или заполнены песком, глиной, гидроокислами железа. В кровле пород карбона зафиксированы пылеватые супеси с примесью щебня и дресвой карбонатной материнской структуры, классифицированные как элювий.

Вся толща промышленных известняков перекрыта сплошным чехлом рыхлых четвертичных пород. Четвертичные отложения представлены моренными суглинками и супесями, маломощными прослоями песков с гравием, галькой, валунами, с редкими линзами внутриморенных супесей и пылеватых песков. По генезису в различных отчётах четвертичные грунты классифицируются как ледниковые, озёрно-ледниковые, встречены также и флювио-глициальные отложения. Мощность четвертичных отложений колеблется в пределах  $5 \div 15$  м, в среднем составляя 9 м. Суглинки в основном песчаные пылеватые лёгкие и тяжёлые различной пластичности, супеси пылеватые пластичные.

В пониженных заболоченных участках встречены современные биогенные отложения, представленные темно-коричневыми, влажными и насыщенными водой заторфованными грунтами мощностью до 0,4 м. В руслах ручьев и канав залегают современные аллювиальные отложения, представленные суглинками с прослоями песков мощностью до 0,7 м.

На территории карьера «Восточный» V участка Пикалевского месторождения развит карст поверхностный и подземный. Поверхностный карст может наблюдаться на участках, где мощность четвертичных отложений не превышает 10 м. Это карстовые воронки (диаметром  $5 \div 25$  м и глубиной до 5 м) двух типов: блюдцеобразные и реже конусообразные. Подземный

карст проявляется во всех горизонтах известняков и представлен горизонтальными полостями, заполненные песчано-глинистым и рыхлым карбонатным материалом.

Физико-механические свойства инженерно-геологических разностей пород, использованных в расчётах устойчивости карьера первого этапа «Восточный» V участка Пикалевского месторождения известняков, приведены в таблице 2.2. В связи с тем, что не во всех перечисленных отчётах и фондовых материалах приводятся прочностные характеристики пород, необходимые для проведения расчётов устойчивости методами предельного равновесия, в качестве базовых использовались наиболее актуальные отчёты ОАО «ВологдаГИСИЗ» и ООО «ТехноТерра», выполненные в 2019 году. Пересечение друг с другом по геологическому описанию и подобию физико-механических свойств выделенных инженерно-геологических элементов (ИГЭ) в данных отчётах не очевидно, в связи с чем, объединение ИГЭ из разных отчётов не производилось. В таблице прочностных характеристик приводятся описание литологических разностей и номера ИГЭ, присвоенные им авторами указанных отчётов по инженерно-геологическим изысканиям.

Таблица 2.2 – Физико-механические характеристики пород, использованные в расчётах устойчивости

№ ИГЭ	Наименование пород (стратиграфический индекс)	Средняя плотность, $\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	Сцепление, С, кПа	Угол внутреннего трения, $\phi$ , град
2	Супесь пылеватая пластичная (lgIII)	20,6	10	20
3	Суглинок лёгкий пылеватый мягкопластичный (lgIII)	19,9	18	19
6	Суглинок тяжёлый мягкопластичный (lgIII)	19,3	17	19
7	Суглинок тяжёлый пылеватый полутвёрдый (lgIII)	20,1	20	20
8	Суглинок лёгкий пылеватый тугопластичный (gIII)	22,3	27	20
10	Супесь пылеватая твёрдая - элювий (elC <sub>1</sub> t)	21,4	31	17
3*	Суглинок лёгкий пылеватый текучепластичный (gIII)	20,1	28	23
3а*	Суглинок лёгкий пылеватый текучепластичный с прослоями песка (gIII)	19,6	21	17
4*	Суглинок лёгкий песчанистые полутвёрдые (gIII)	21,9	30	25
5*	Известняки прочные весьма трещиноватые (C <sub>1</sub> t)	24,6	373	27
6*	Пески пылеватые плотные (C <sub>1</sub> t)	20,1	6	34
7*	Дресвяно-щебенистые грунты с прослоями глины и песка (C <sub>1</sub> t)	20,8	40	30

№ ИГЭ	Наименование пород (стратиграфический индекс)	Средняя плотность, $\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	Сцепление, С, кПа	Угол внут- реннего тре- ния, ф, град
8*	Известняки прочные весьма трещиноватые (C <sub>1v</sub> )	25,1	443	29
9*	Глины лёгкие пылеватые твёрдые (C <sub>1v</sub> )	22,0	81	21
-	Отвальная масса (tIV)	19,0	28	27
*- номера ИГЭ из отчёта по доизучению физико-механических характеристик, выполненного ООО «ТехноТерра».				

Физико-механические свойства отвальной массы приняты на основании отчёта о НИР, выполненного центром «ТехноГем». В данной работе были проведены испытания отвальной смеси естественной влажности по схеме консолидировано-недренированного сдвига, по результатам которых были получены прочностные характеристики отвальной массы.

Проектные параметры бортов и уступов карьера определялись, исходя из прочностных характеристик пород, слагающих борта. Проектные параметры уступов карьера и ширина предохранительных берм приведены в таблице 2.3.

По картам общего сейсмического районирования ОСР-2015 сейсмичность района составляет 5 баллов.

Гидрогеологические условия характеризуются наличием двух водоносных горизонтов подземных вод. Грунтовые воды со свободной поверхностью приурочены к песчаным линзам в супесях и суглинках. По данным изысканий, установившиеся уровни зафиксированы на глубинах от 0,5 м до 2,9 м. Водовмещающими породами второго водоносного горизонта являются породы тарусского и веневского горизонтов нижнего карбона. Воды напорные, величина напора варьируется от 6 до 11 м. Питание горизонтов осуществляется за счёт инфильтрации атмосферных осадков. Воды обоих горизонтов гидравлически связаны и образуют единый водоносный комплекс. Разгрузка осуществляется в местную гидрографическую сеть р. Белая.

Таблица 2.3 – Проектные параметры бортов и уступов карьера, обеспечивающие его устойчивость

Наименование пород, слагающих уступ	Параметры уступа		Ширина предохранительной бермы
	Высота	Угол наклона	
Рыхлые четвертичные отложения; верхний вскрышной уступ	до 5 м	35°	Ширина бермы с размещением автодороги – 15 м.
	до 10 м	30°	
	до 14 м	27°	Ширина транспортной бермы с размещением электрифицированного железнодорожного пути – 12 м. Расстояние от верхней бровки откоса уступа до подножия внешнего отвала – 25 м.
	более 14 м	25°	
Известняки тарусского и веневского горизонтов	2-10	80 (нерабочего -60)	

Расчеты устойчивости выполнены с использованием программного комплекса Slide 2, предназначенного для определения коэффициента запаса устойчивости откосов и склонов. Сертификат соответствия программного комплекса Slide 2 требованиям нормативных документов № 0563443 приведён в приложении Б. Программный комплекс Slide после введения всех исходных параметров в автоматическом режиме прогнозирует и просчитывает все возможные варианты возникновения опасных поверхностей скольжения в массиве горных пород с учетом ослабленных зон по различным расчетным методикам. Таким образом, коэффициент запаса устойчивости склона (откоса) – это минимальный из коэффициентов запаса устойчивости по всем возможным поверхностям скольжения, удовлетворяющим заданным ограничениям, заложенным в методе расчета. В зарубежной практике наибольшее распространение получили классические методы, аналогичные предложенным в утвержденных Госгортехнадзоре РФ «Правилах обеспечения устойчивости откосов на угольных месторождениях», ВНИМИ, 1998, и предусматривающие построение в массиве откоса поверхностей скольжения, вдоль которых выполняется условие предельного равновесия: Феллениуса (Fellenius), Бишопа (Bishop simplified), Янбу, обычный и модифицированный (Janbu simplified, Janbu corrected), два метода корпуса военных инженеров США (Corps of Engineers №1 и Corps of Engineers №2), Лоу-Карафиата (Love-Karafiath), Моргенштерна-Прайса (Morgenstern-Price), Спенсера (Spencer), Сарма (Sarma). Данные методы расчета устойчивости отличаются друг от друга формой учета боковых реакций между соседними блоками и рекомендациями отыскания центра

тяжести по наиболее опасной поверхности скольжения. Большинство из приведенных методов предлагается для расчета в программе Slide.

Для расчетов устойчивости бортов карьера с помощью программного комплекса Slide применены методы Янбу (Janbu corrected), Спенсера (Spencer), Моргенштерна-Прайса (Morgenstern-Price) и Сарма (Sarma), как достаточно опробованные за рубежом, а также удовлетворяющие обоим уравнениям равновесия сил и моментов.

Устойчивость борта (участка борта) оценивалась по полученным при расчетах коэффициентам запаса устойчивости по наиболее напряжённой поверхности скольжения, которые должны быть выше нормативного  $n=1,3$ , при детерминированном подходе.

Выбор нормативного коэффициента запаса устойчивости произведен в соответствии с п. 2.11 в «Методических указаний по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров», утвержденной Госгортехнадзором в 1972 г, ВНИМИ, 1972 г; таблицы 9.1 «Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах», утвержденных Госгортехнадзором РФ в 1998 г, ВНИМИ, 1998 г. а также согласно приложения №4 ФНиПа в области промышленной безопасности «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов».

В данной работе отработка рассматриваемого карьера первого этапа V участка «Восточный» предусматривается траншеями и полутраншеями, являющимися по сути рабочими уступами, с постепенным перемещением фронта с севера на юг и бестранспортной схемой отвалообразования, с засыпкой отработанного пространства четвертичной вскрышей при проходке следующей траншеи, формированием внутреннего отвала. Вскрытие осуществляется постоянными въездными траншеями с запада и востока карьера, которые представляют наибольший интерес с точки зрения устойчивости, так как время их стояния составит весь период отработки карьера и, в отличие от откосов рабочих (добычных) уступов, пригружаются внешними отвалами.

Как говорилось ранее, в отчётах о детальной разведке отсутствуют прочностные характеристики всех литологических разностей. Таким образом, геологические данные для построения профилей для расчёта устойчивости принимаются из отчётов по результатам инженерно-геологических изысканий ОАО «ВологдаТИСИЗ» и ООО «ТехноТерра». Причём, инженерные изыскания в отчёте ОАО «ВологдаТИСИЗ» проводились для объектов проектирования и глубина скважин вблизи проектируемого карьера не превышает 10 м, в большинстве случаев составляет 6 м.

В отчёте ООО «ТехноТерра» изыскания проводились во внутреннем пространстве проектируемого карьера первого этапа, пробурены 6 скважин до подошвы продуктивного слоя –



веневских известняков. Причём, при анализе полученного разреза четвертичных отложений по колонкам скважин видно, что в основном покрывающими слоями служат переслаивающиеся суглинки (ИГЭ 3\*, 3а\* и 4\*). Наиболее слабые физико-механические свойства, выделены у суглинков текучепластичных 3а\*, которые схожи по своим прочностным характеристикам с суглинками ИГЭ 3 и 6 отчёта ОАО «ВологдаТИСИЗ».

Таким образом, геологическое строение на расчётных профилях принимается исходя из имеющихся данных по неглубоким скважинам отчёта ОАО «ВологдаТИСИЗ» и наименее благоприятным условиям – наличию в разрезе суглинков текучепластичных 3а\*, несмотря на то, что мощность четвертичных отложений по данным отчёта ООО «ТехноТерра» составляет не более 10 м.

Схема расположения расчетных инженерно-геологических профилей приведена на рисунке 2.1. Результаты расчетов устойчивости бортов с указанием наиболее опасных поверхностей скольжения приведены на рисунках 2.2-2.7, расчёт устойчивости добычного уступа, сложенного известняками, приведён на рисунке 2.8. Приведённые на рисунках расчётные коэффициенты запаса устойчивости являются минимальными для заданных условий, соответственно, поверхности скольжения – наиболее напряжёнными.

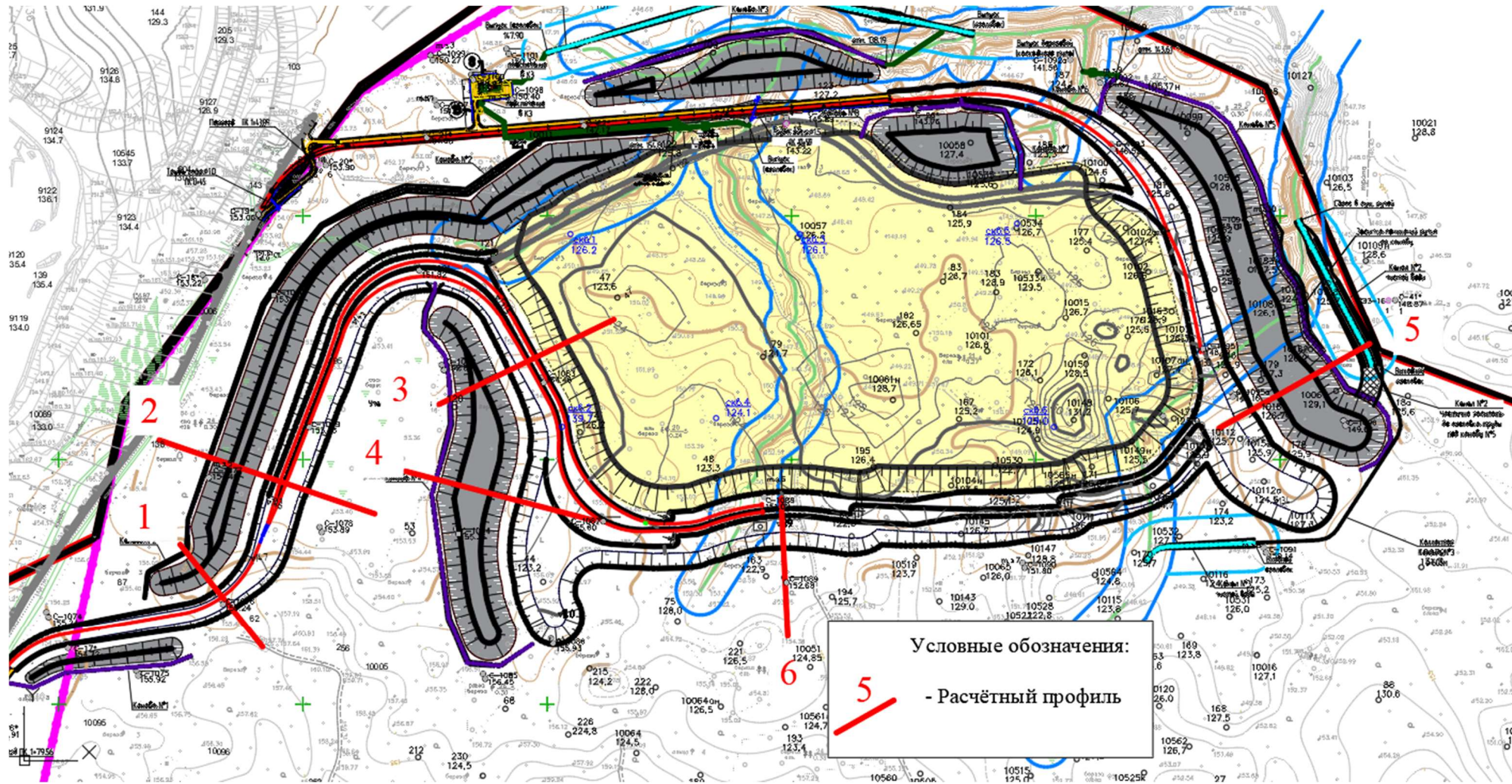


Рисунок 2.1 – План расположения расчётных профилей

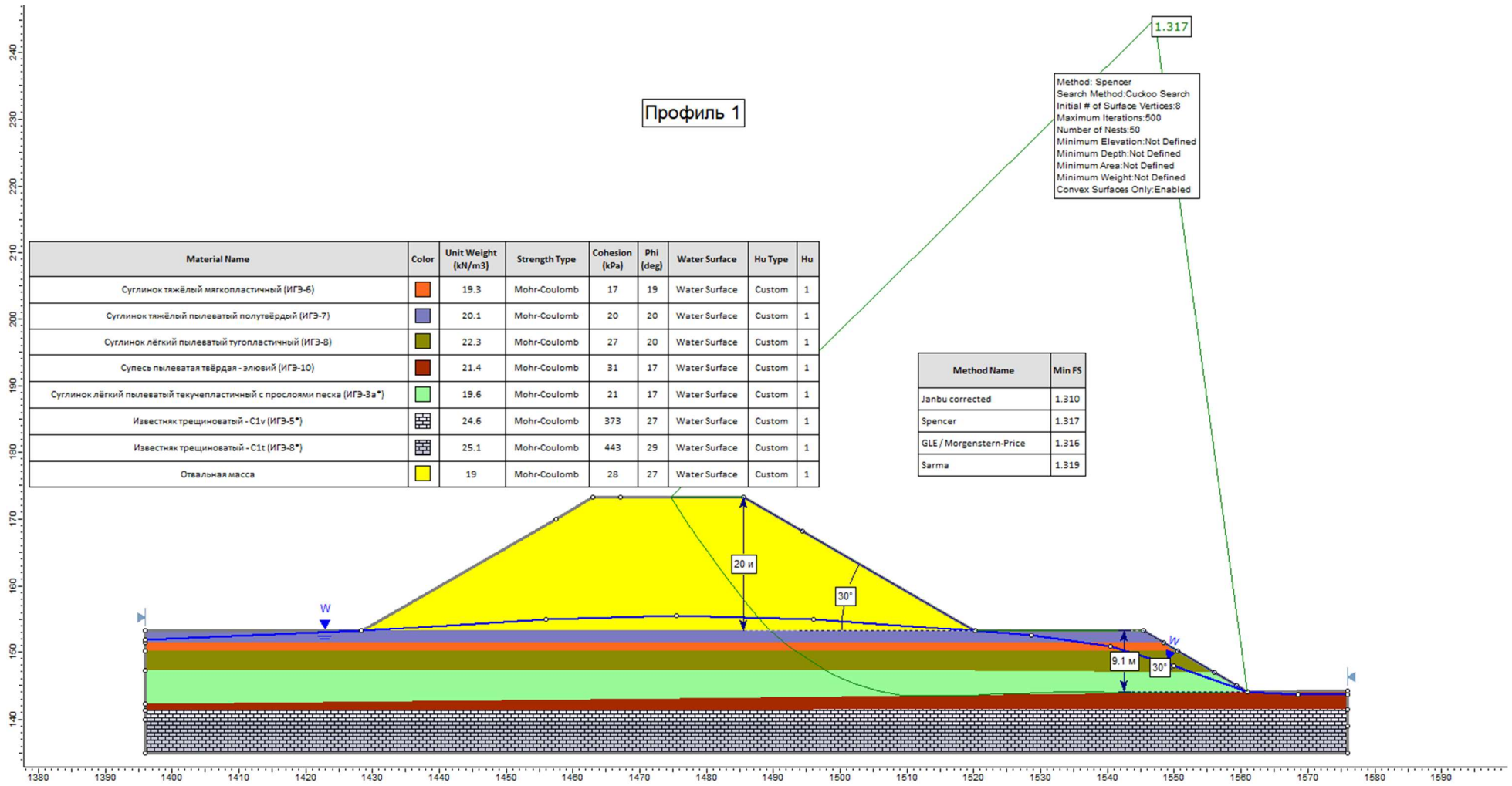


Рисунок 2.2 – Расчёт устойчивости откоса траншеи по профилю 1

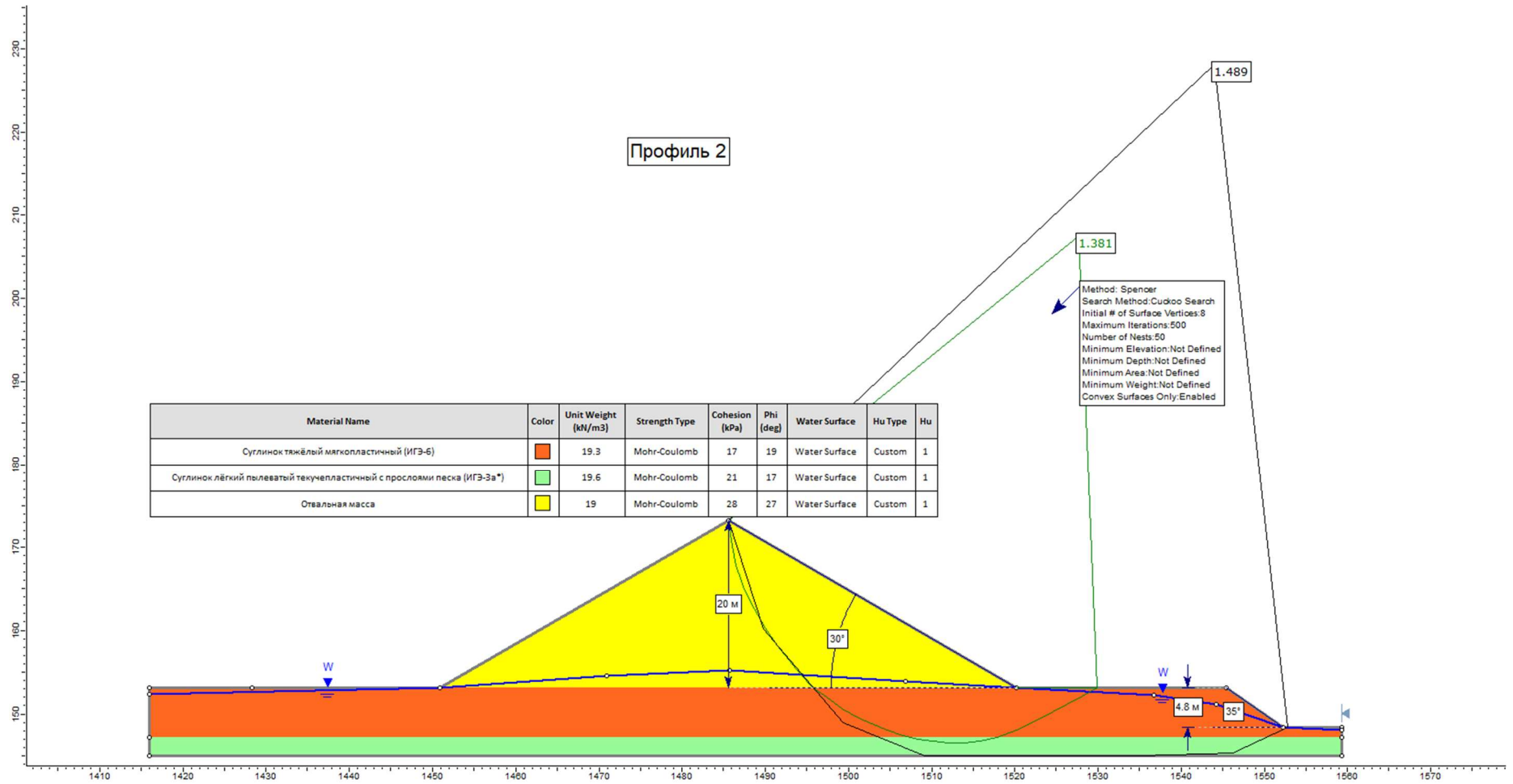


Рисунок 2.3 – Расчёт устойчивости откоса траншеи по профилю 2

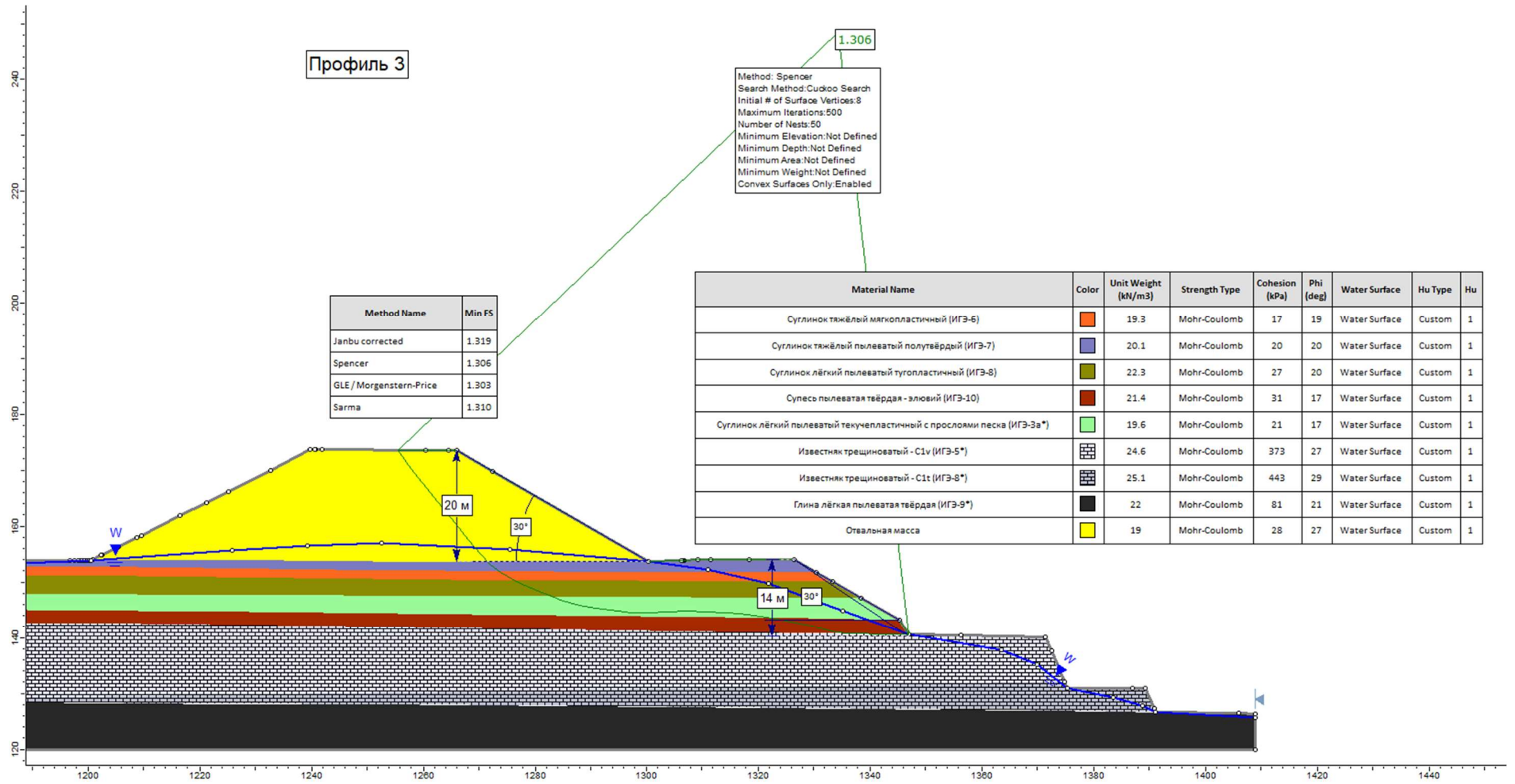


Рисунок 2.4 – Расчёт устойчивости откоса траншеи по профилю 3

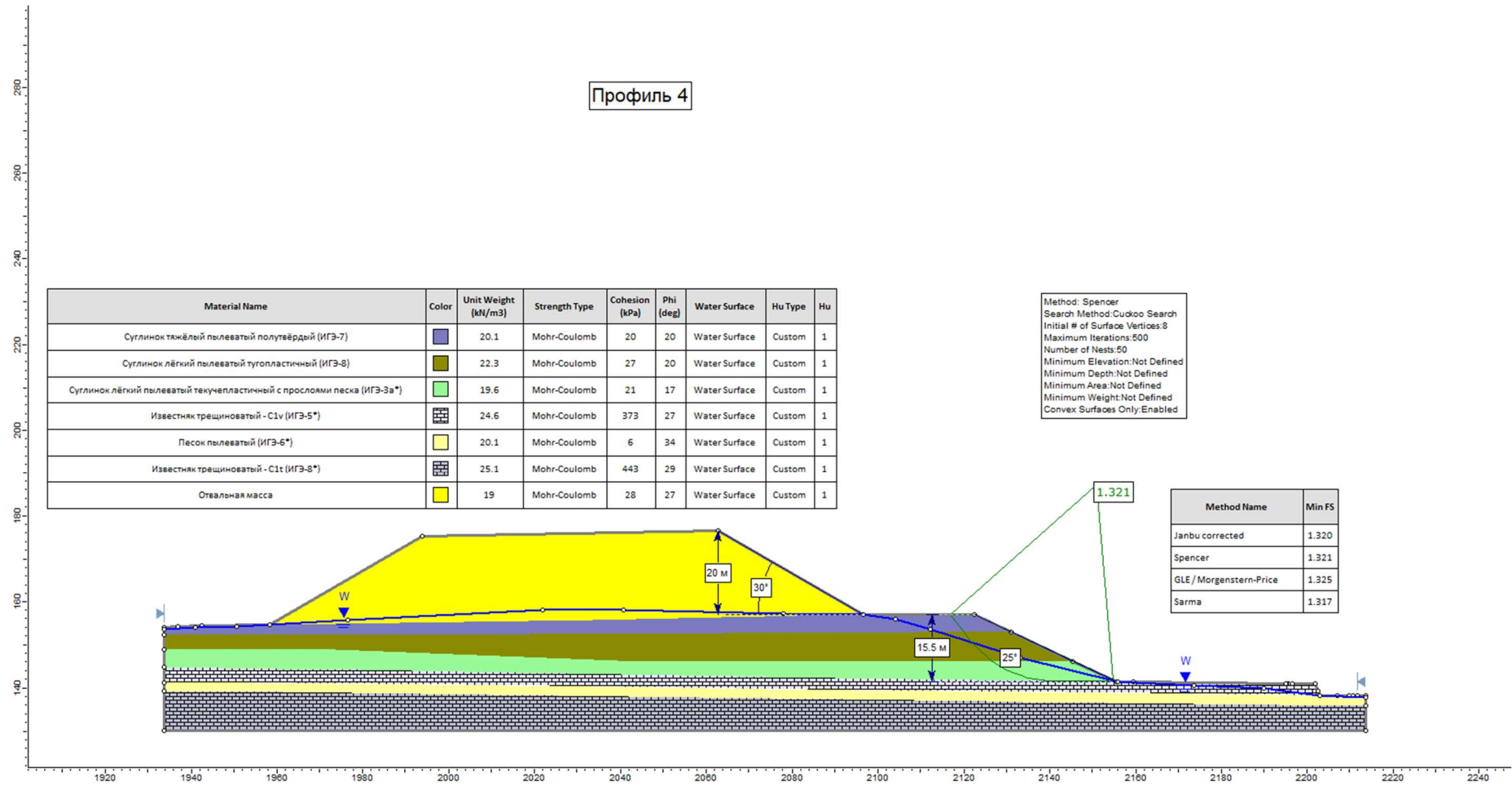


Рисунок 2.5 – Расчёт устойчивости откоса траншеи по профилю 4

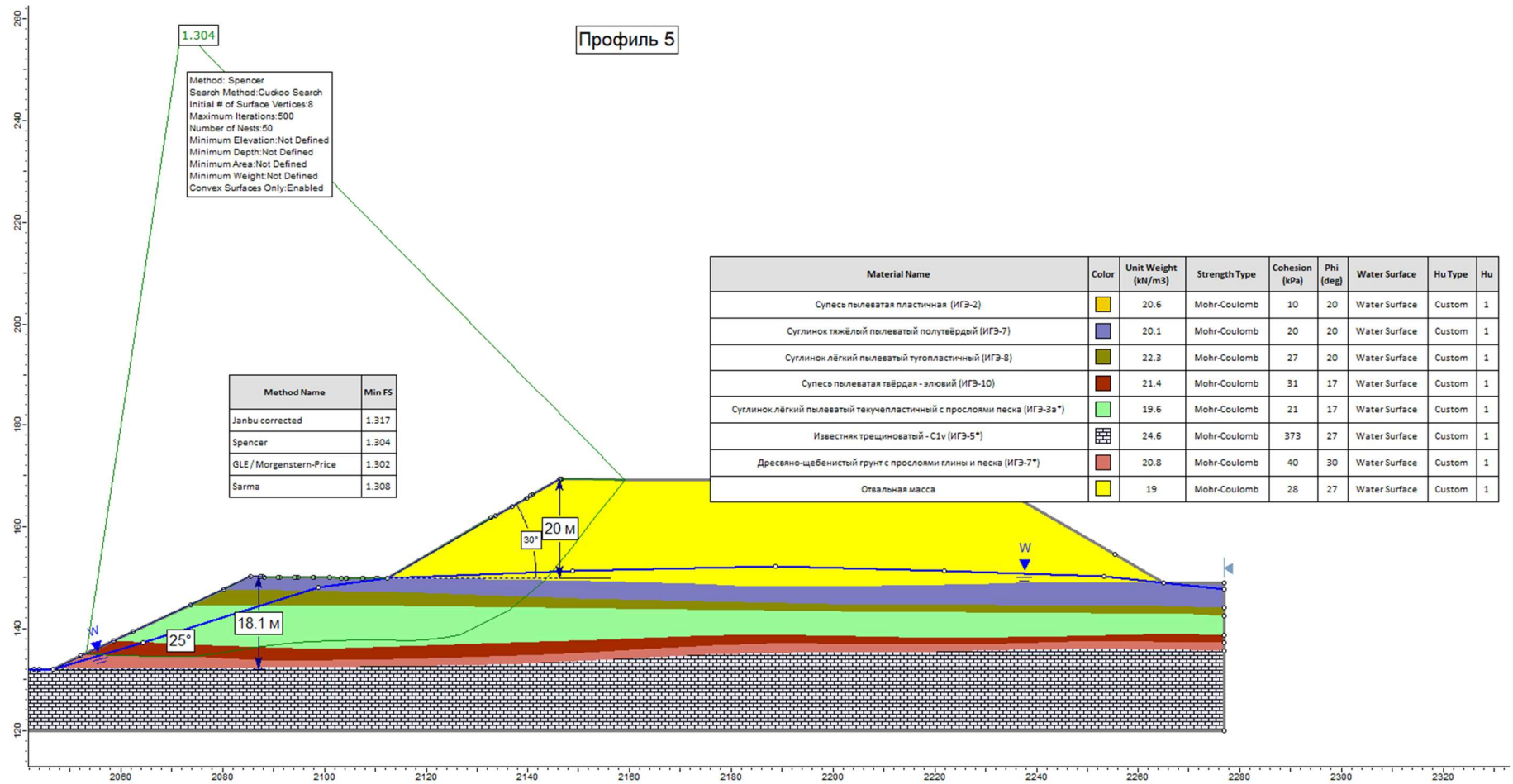


Рисунок 2.6 – Расчёт устойчивости откоса траншеи по профилю 5

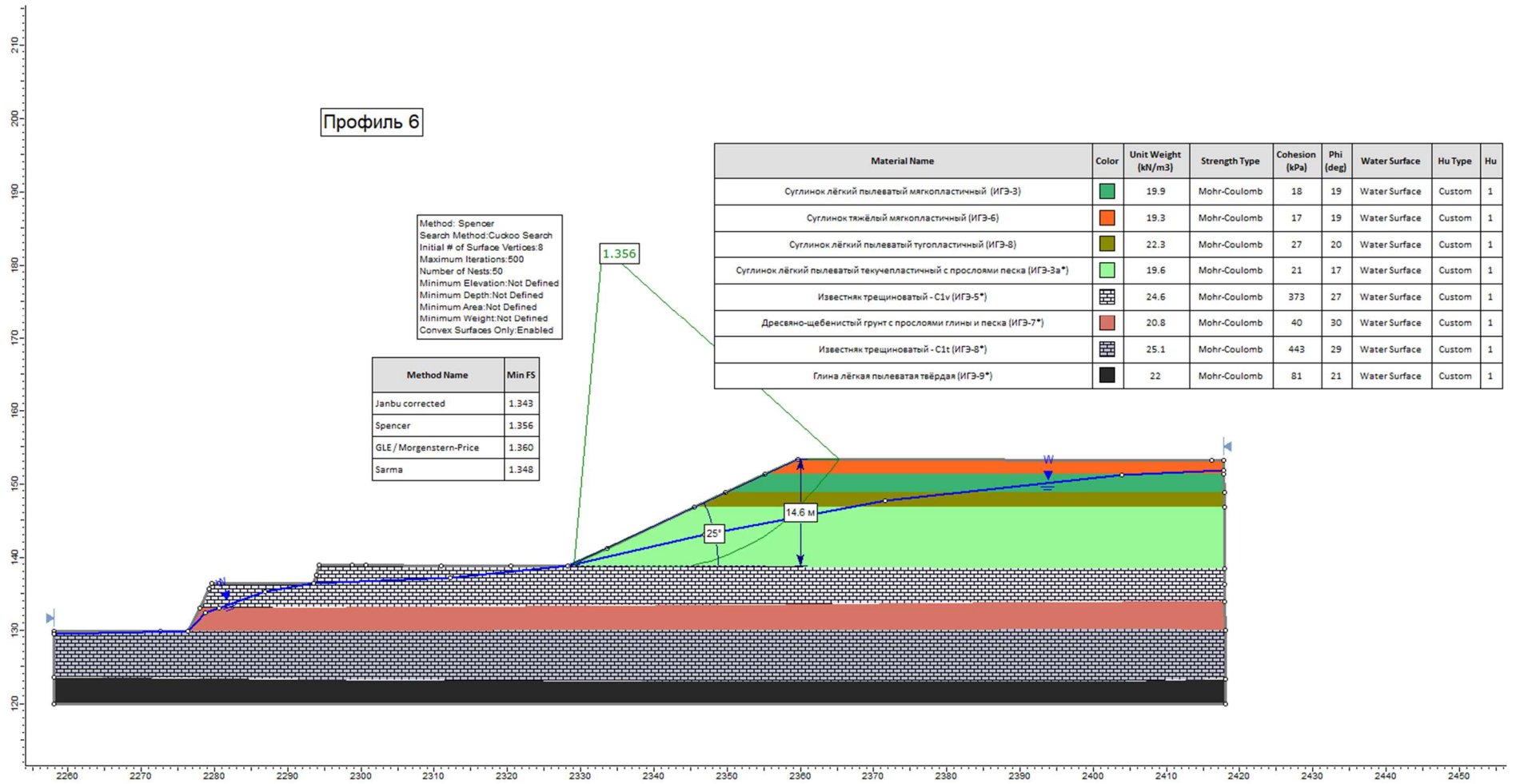


Рисунок 2.7 – Расчёт устойчивости откоса траншеи по профилю 6



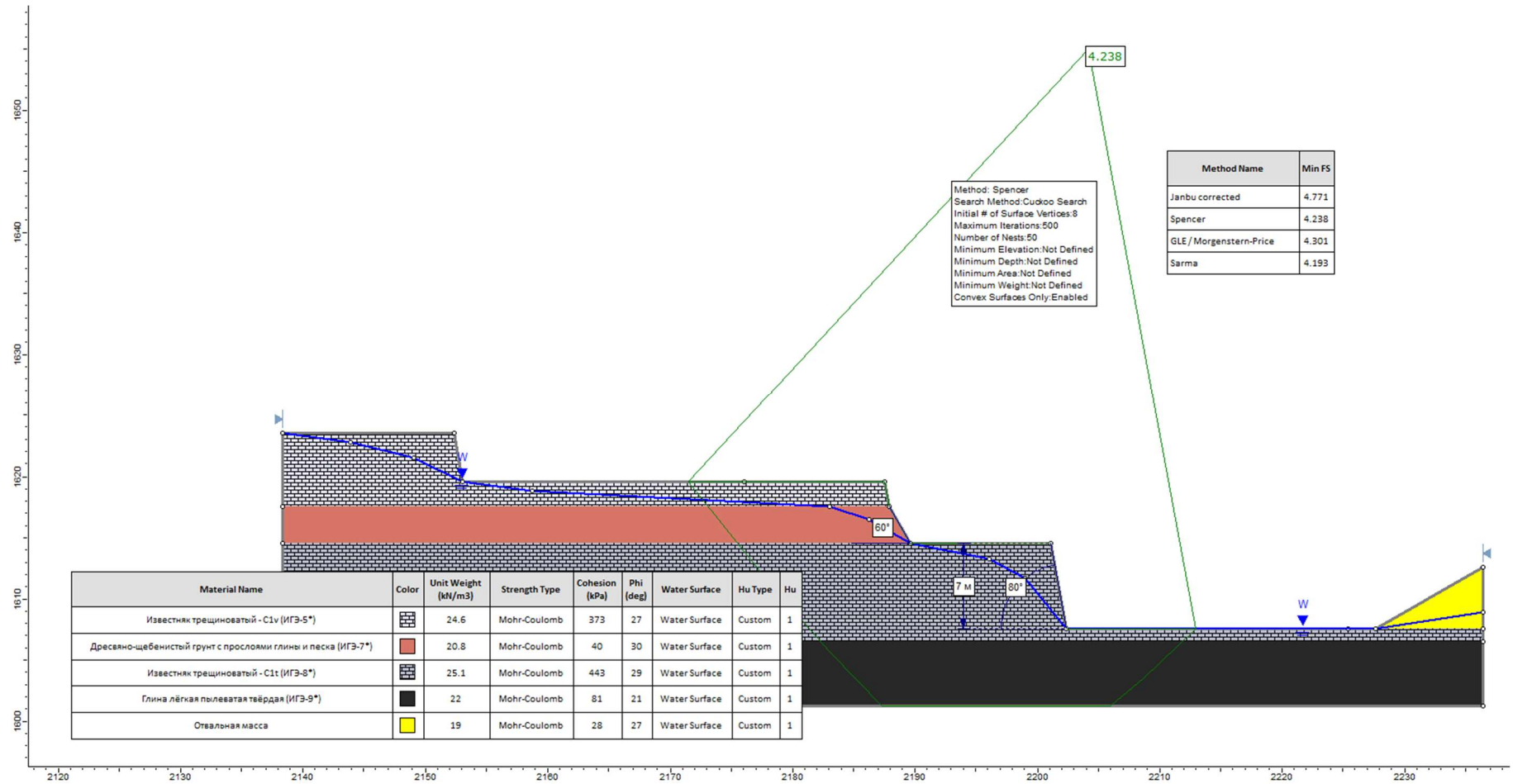


Рисунок 2.8 – Расчёт устойчивости добычного уступа

Расчёты устойчивости показали, что с заданными параметрами проектируемые откосы борта карьера, нагруженные внешними отвалами, находится в устойчивом положении, расчётных коэффициенты запаса устойчивости превышают нормативные.

По опыту эксплуатации соседних действующих карьеров в результате переувлажнения откосов на уступах вскрышных пород и отвалов атмосферными осадками, поверхностными водами и грунтовыми водами четвертичных отложений возможно возникновение оползней. Для предотвращения дополнительного увлажнения пород во вскрышном уступе необходим дренаж земной поверхности и обеспечение стока атмосферных осадков и талых вод проектом предусмотрено осушение карьерного поля до начала отработки запасов, а также проходка дренажных канав по периметру карьера, с целью сокращения попадания атмосферных осадков и грунтовых вод в выработанное пространство карьера, а также снижения степени подтопления грунтов основания внешних отвалов.

Настоящей документацией предусмотрены следующие мероприятия по обеспечению устойчивости бортов и уступов карьера:

- придание бортам и уступам карьера параметров, обеспечивающих их устойчивость, что является обязательным условием при отработке карьера, т.к. карьер является опасным производственным объектом;
- постоянные визуальные и геолого-маркшейдерским наблюдения за состоянием бортов и уступов карьера, как в период их постановки, так и в период их стояния. Постоянные наблюдения за состоянием бортов и уступов карьера необходимы для своевременного прогноза возможных деформаций и принятия необходимых мер для их предотвращения;
- в период эксплуатации карьера необходимо уточнить имеющиеся данные по гидрогеологическим и инженерно-геологическим условиям отработки карьера, в том числе с привлечением специализированных научных организаций.

В случае возникновения деформации откосов траншеи или её участков, возможна организация мероприятий по повышению устойчивости – организация пригрузки основания откоса гравийным материалом на локальных участках (щебнем из некондиционных известняков).

### 2.3 Запасы поля карьера «Восточный»

Запасы известняков V участка в качестве сырья для производства глинозема, цемента и использования в качестве флюсов для черной металлургии были подсчитаны по состоянию на 01.01.1979 и утверждены ГКЗ СССР протокол № 8340 от 29.08.1979 (приложение В тома 2) в количестве 90 739 тыс. т, в том числе по категориям: В – 34 032 тыс. т и С<sub>1</sub> -- 56 707 тыс. т. Подсчет запасов известняков произведен в соответствии с постоянными кондициями на известняки V участка Пикалевского месторождения, разработанными институтом «Гипроникель» и утвержденными протоколом № 1310-к от 26.01.1979 ГКЗ СССР (приложение Б тома 2).

Постоянными кондициями для подсчета балансовых запасов известняков V участка Пикалевского месторождения предусмотрено:

- бортовое содержание в известняках по пробе: окиси магния не более 5 %; кремнезема (для окремненных разностей) – не более 5 %;
- предельные содержания по пересечению отдельного горизонта известняков: окиси кальция – не менее 48 %, окиси магния – не более 2,5 %, кремнезема – не более 5 %;
- запасы некондиционных известняков, не отвечающим требованиям по пересечению отдельного горизонта, встреченные отдельными выработками внутри подсчетного контура, подсчитать статистически и исключить из общего объема балансовых запасов;
- минимальная мощность пласта известняка – 2,0 м.

Балансовые запасы V участка Пикалевского месторождения по состоянию на 01.01.2020 приведены в таблице 2.4 в соответствии со справкой формы 5-гр.

Таблица 2.4 - Балансовые запасы V участка Пикалевского месторождения по состоянию на 01.01.2020

Наименование горизонта	Запасы известняков по категориям, тыс. т		
	В	С <sub>1</sub>	В+С <sub>1</sub>
Восточная залежь			
Тарусский	12157	9271	21428
Веневский	21875	25601	47476
Всего по Восточной залежи:	34032	34872	68904
Западная залежь			
Веневский	2747	12057	14804
Итого по V участку:	36779	46929	83708

В настоящее время осуществляется разработка Западной залежи V участка Пикалевского месторождения карьером «Западный» в соответствии с проектной документацией «Ра-

бочий проект «Известняковый рудник Западный карьер V участка Пикалевского месторождения. 1-ый и 2-ой пусковые комплексы. Утверждаемая часть» (ОАО «Институт Гипроникель», 2002 г.), «ЗАО БазэлЦемент-Пикалево». Западный карьер. Этап 1.1 Первого пускового комплекса» (ОАО «Институт Гипроникель», 2010 г.) и «Корректировка рабочего проекта (календарного плана горных работ) Западный карьер V участка. Этап 1.1 Первого пускового комплекса» (ЗАО «БазэлЦемент-Пикалево», 2015 г.), согласованные ТКР Севзапнедра (протоколы от 13.03.2012 № 42-13.03.12/ЛО и от 11.02.2016 №322-11.02.16/ЛО) и утвержденные в установленном порядке.

Данной проектной документацией рассматриваются технические решения по отработке карьера «Восточный» по 1 этапу на первые 10 календарных лет в границах лицензии на право пользования недрами ЛОД 03605 ТЭ и в границах подсчета запасов Восточной залежи. Количество запасов известняка в границах проектируемого карьера «Восточный» по 1 этапу приведено в таблице 2.5. Горные работы предусматривается вести на участке «Основной карьер».

Таблица 2.5 – Количество запасов известняка в границах проектируемого карьера «Восточный» по 1 этапу

Горизонт	Объем, тыс.м <sup>3</sup>	Масса, тыс.м <sup>3</sup>	Масса включений, тыс.м <sup>3</sup>	% включений
Веневский	5021,56	10545,28	371,35	3,52
Тарусский	1402,49	2945,22	93,95	3,19
Итого	6424,05	13490,50	465,30	3,45

Балансовые запасы известняков в границах поля карьера «Восточный» отработки 1 этапа приведены в таблице 2.6.

Подсчет запасов добываемых известняков, расчет объемов вскрышных пород и горной массы в проектном контуре карьера выполнялся по геологической модели месторождения.

Таблица 2.6 – Запасы известняка и объемы вскрыши в контуре карьера «Восточный» отработки 1 этапа

Наименование показателей	Ед. изм.	Значение
Геологические запасы известняков	тыс. м <sup>3</sup>	6424,05
	тыс. т	13490,50
Эксплуатационные запасы известняков	тыс. м <sup>3</sup>	6205,43
	тыс. т	13031,40
Эксплуатационные потери и примешивание:		
- потери	%	7,09
- примешивание	%	3,69
Объем вскрыши	тыс. м <sup>3</sup>	18696,75
Горная масса	тыс. м <sup>3</sup>	24902,18
Средний коэффициент вскрыши	м <sup>3</sup> /т	1,43

Распределение эксплуатационных запасов известняка в карьере «Восточный» 1-го этапа по сортам представлено в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Распределение эксплуатационных запасов известняка в карьере «Восточный»

Пласт	Сорт	Количество		%
		тыс.м <sup>3</sup>	тыс.т	
Тарусский	1	3274,22	6875,87	67,93
	2	755,88	1587,36	15,68
	3	318,89	669,68	6,62
	4	470,81	988,71	9,77
	<b>Всего</b>	<b>4819,81</b>	<b>10121,61</b>	<b>100,00</b>
Веневский	1	878,03	1843,87	63,37
	2	303,84	638,06	21,93
	3	127,08	266,88	9,17
	4	76,66	160,99	5,53
	<b>Всего</b>	<b>1385,61</b>	<b>2909,79</b>	<b>100,00</b>
	<b>Итого</b>	<b>6205,43</b>	<b>13031,40</b>	

Эксплуатационные запасы руды в контуре карьера определены с учетом потерь и засорения. Объемы вскрыши в границах карьера определены с учетом включения в них эксплуатационных потерь и исключения засорения полезного ископаемого.

Расчет нормативных потерь (П) выполнен в соответствии с положениями «Отраслевой инструкции по определению и учету потерь цементного сырья при добыче», утвержденной МПСМ СССР 02.04.75 и согласованной Госгортехнадзором СССР 04.02.1974; «Отраслевой инструкции по определению, нормированию и учету потерь и разубоживанию известняка и песков на рудниках и приисках министерства цветной металлургии СССР», утвержденной МЦМ СССР 30.06.75 и согласованной Госгортехнадзором СССР 22.04.1975; «Типовых методических указаний по определению и учету потерь твердых полезных ископаемых при добыче», утвержденных Госгортехнадзором СССР 28.03.1972 в соответствии с постановлением Совета Министров СССР от 05.11.1970 № 899.

За выемочную единицу в настоящей проектной документации принят известняковый пласт на основании условий залегания полезного ископаемого и принятой технологии обработки V участка Пикалёвского месторождения известняков. Подробная характеристика известняковых пластов приведена в геологической части проектной документации.

Расчет нормативных потерь и примешивания произведен для карьера «Восточный» на конец строительства 1-го этапа (на 10-летний период эксплуатации).

Потери полезного ископаемого по карьере «Восточный» на конец обработки 1-го этапа составляют 7,09 %, примешивание – 3,69 %.

Эксплуатационные потери известняка по местам их образования при обработке пластов веневского и тарусского горизонтов карьера «Восточный» на конец строительства 1-го этапа в сводном виде приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Эксплуатационные потери известняка при отработке пластов. Карьер «Восточный» (1-й этап строительства)

Наименование пласта	Балансовые запасы, (в границах лицензионного участка), тыс. т	Примешивание				
		в подошве карьера, тыс.т	в кровле пласта, тыс.т	при отработке закарстованных участков, тыс.т	Всего	
					тыс.т	%
Тарусский	2945,22	177,05	75,10	18,79	270,94	9,20
Веневский	10545,28	111,76	41,08	74,26	227,10	2,15
Итого по карьере	13490,50	288,81	116,18	93,05	498,04	3,69

Показатели полноты отработки запасов Восточной залежи (1-й этап строительства)  
V участка Пикалевского месторождения известняков приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Расчет эксплуатационных запасов известняков в границах первого этапа карьера «Восточный»

Наименование	Обозначение	Формулы	Единицы измерения	Показатели
Геологические (балансовые) запасы руды	количество	Б	тыс. т	13490,50
Эксплуатационные запасы руды	количество	Д	тыс. т	13031,40
Потерянные запасы	Потери руды, всего	$P=P_1+P_2+P_3+P_4+P_5+P_6$	%	7,09
			тыс. т	957,15
	в бортах карьера	P <sub>1</sub>	%	0,40
			тыс. т	53,37
	в подошве карьера	P <sub>2</sub>	%	4,93
			тыс. т	664,66
	в кровле пластов	P <sub>3</sub>	%	0,83
			тыс. т	112,34
	в местах погрузки и при транспортировке	P <sub>4</sub>	%	0,25
			тыс. т	33,73
	в межзаходковых целиках	P <sub>5</sub>	%	0
			тыс. т	0
при отработке закарстованных участков	P <sub>6</sub>	%	0,69	
		тыс. т	93,05	
Примешиваемые породы	количество	В	тыс. т	498,04
			%	3,69
Коэффициент извлечения из недр, K <sub>н</sub>	$D*a/B*c$			0,9660
Коэффициент изменения качества, K <sub>к</sub>	a/c			1
Коэффициент разубоживания, K <sub>р</sub>	$(c-a)/(c-b)$			0
Коэффициент добычи, K <sub>д</sub>	Д/Б			0,9660
Коэффициент примешивания разубоживающих пород, K <sub>в</sub>	В/Д			0,0382



### 3 Проектная мощность карьера «Восточный». Режим работы

#### 3.1 Современное положение горных работ

В настоящее время осуществляется разработка Западной залежи V участка Пикалевского месторождения карьером «Западный».

По условиям залегания известняка Западный карьер разделен на Южную и Северную части. В настоящее время балансовые запасы известняка Южного участка отработаны. С 2020 года начинается добыча известняка на Северном участке Западного карьера.

Вскрышные работы выполняются по бестранспортной системе экскаваторами ЭШ-10/70 (ковш 10 м<sup>3</sup>), ЭШ-11.75 (ковш 11 м<sup>3</sup>) и ЭШ-15.90 (ковш 15 м<sup>3</sup>). Основной объем вскрышных пород размещается в выработанном пространстве карьера (80,6 %) и только вскрыша из прибортовых траншей размещается во внешних отвалах на бортах карьера.

Погрузка известняка в карьере в электрифицированный железнодорожный транспорт (электровозы ЕЛ-21 и думпкары грузоподъемностью 105 т) осуществляется экскаваторами прямой лопатой ЭКГ-8УС (ковш 8 м<sup>3</sup>).

Бурение кондиционных известняков предусматривается шарошечными станками типа СБШ-250МНА-32 (диаметр скважины 250 мм).

Горные работы на карьере Восточный до настоящего времени не производились.

Горно-капитальные работы по проходке западной въездной и разрезной траншей карьера Восточный, согласно утвержденному техническому проекту, планировалось начать в 2020 году. Добыча первых 600 тыс. т. руды и сдача 1 пускового комплекса в эксплуатацию предусматривается на третьем году отработки.

#### 3.2 Проектная мощность карьера «Восточный»

Расчет возможной производительности карьера «Восточный» по полезному ископаемому выполнен, исходя из установленного порядка отработки поля карьера, скорости подвигания рабочего борта и объемов эксплуатационных запасов полезного ископаемого, попадающие в отработку. Объемы полезного ископаемого определены на основе горно-геометрического анализа условий залегания пластов с использованием каркасно-блочной модели месторождения.

При разработке горизонтальных залежей возможная по горнотехническим условиям производительность карьера по полезному ископаемому устанавливается по максимальной скорости подвигания рабочего борта, определяемой скоростью подвигания уступа на ограничивающем горизонте и определяется по формуле, рекомендованной «Нормами технологического проектирования горнорудных предприятий цветной металлургии с открытым способом разработки»:

$$Q_p = V_{\text{огр}} \cdot h \cdot \Phi_p \cdot \gamma \cdot \frac{(1-\eta)}{(1-\rho)}, \text{ тыс. т;}$$

где  $V_{\text{огр}}$  – максимально возможная скорость подвигания фронта работ на ограничивающем горизонте, м/год;

$h$  – высота добычных уступов, м;

$\Phi_p$  – протяженность фронта, м;

$\gamma$  – объемная масса полезного ископаемого, т/м<sup>3</sup>;

$\eta$  – эксплуатационные потери в долях единицы;

$\rho$  – засорение в долях единицы.

В условиях применения на карьере железнодорожного транспорта максимальное значение годового подвигания фронта определяется по ограничивающему горизонту, на котором эта величина будет наименьшей по сравнению с другими горизонтами при расстановке на каждом из них максимально возможного количества экскаваторов.

$$V_{\text{огр}} = N \cdot Q_3 / h \cdot \Phi_p, \text{ м/год}$$

где  $N$  – количество одновременно работающих на горизонте экскаваторов, шт.

Длина фронта работ по мере развития горных работ с севера на юг изменяется с 1,3 до 2,2 км. Скорость подвигания уступа на ограничивающем горизонте изменяется от 100 до 60 метров в год. Годовая производительность экскаваторов ЭШ-10/70, ЭШ-11/70 составляет 1400 м<sup>3</sup>/год; ЭШ-15/90 – 1800 м<sup>3</sup>/год. Расчет производительности применяемых экскаваторов представлен в разделе 8 данной проектной документации.

Расчет возможной производительности выполнен для двух вариантов:

- работа экскаваторов ЭШ-10/70, ЭШ-11/70, протяженность фронта работ 1,3 км;
- работа экскаваторов ЭШ-15/90, протяженность фронта работ 2,2 км.

Производительность карьера по известняку:

$$1 \text{ вариант} - Q_{\text{п.и}} = 100 \cdot 11 \cdot 1300 \cdot 2,1 \cdot 0,92 = 2763 \text{ тыс. т;}$$

$$2 \text{ вариант} - Q_{\text{п.и}} = 60 \cdot 11 \cdot 2200 \cdot 2,1 \cdot 0,92 = 2805 \text{ тыс. т.}$$

На основании произведенных расчетов возможная производительность карьера «Восточный» по полезному ископаемому принимается 2 800 тыс. т в год.

Ввод в эксплуатацию карьера «Восточный» предусматривается двумя пусковыми комплексами.

Настоящая документация разработана на максимальный уровень производительности карьера. Для действующего предприятия возможны корректировки производительности в сторону снижения (при сохранении проектного коэффициента вскрыши) в соответствии со спросом на рынке.

Первый пусковой комплекс

После проведения горно-вскрышных работ по проходке западной фланговой выездной и разрезной траншей, с 3 года отработки предусматривается добыча 600 тыс. т. руды и сдача 1 пускового комплекса в эксплуатацию.

Освоение мощности 0,95 млн. т предусматривается в 5 году строительства карьера.

Положение горных работ к сдаче 1 пускового комплекса в эксплуатацию приведено на листе 2 05-02-0101-4112-ИОС7.2.2. Выход 1-го пускового комплекса на проектную мощность – на листе 3 05-02-0101-4112-ИОС7.2.2.

Второй пусковой комплекс

Горно-вскрышные работы по строительству восточной фланговой выездной траншеи предусматривается выполнить в 4 году отработки. Сдача второго пускового комплекса на производительность 1605 тыс. т планируется после 5 лет отработки.

Освоение проектной мощности 1,8 млн. т планируется в 7 году отработки.

Положение горных работ к сдаче 2 пускового комплекса приведено на листе 4 05-02-0101-4112-ИОС7.2.2. Положение горных работ на конец строительства 1-го этапа приведено на листе 5 05-02-0101-4112-ИОС7.2.2.

Общая добыча известняка карьера в годы освоения проектной мощности пусковыми комплексами, вводимыми согласно настоящей проектной документации, приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Общая добыча известняка карьера в годы освоения проектной мощности пусковыми комплексами

Наименование показателей	Общая добыча известняка карьера в годы освоения проектной мощности пусковыми комплексами		
	1-й пусковой комплекс	1-й + 2-й пусковые комплексы	Освоение проектной мощности карьера
	Годы эксплуатации		
	5 год отработки	6 год отработки	10 год отработки
Годовая добыча известняка, тыс. т	950	1605	2800

### 3.3 Объемы вскрышных работ карьера «Восточный»

Разработка вскрышных пород предусматривается с использованием имеющихся на предприятии шагающих экскаваторов.

Разработка вскрышных пород принимается по бестранспортной системе с использованием драглайнов ЭШ-10/70, ЭШ-11/70 и ЭШ-15/90 (Ново-Краматорский МЗ) с последующей

их заменой на драглайны ЭШ-10.75 и ЭШ-15.90, выпускаемые МК «Уралмаш» или аналогичного оборудования.

Объемы вскрышных работ, обеспечивающие добычу известняка в установленном размере, определились текущими коэффициентами вскрыши при принятом порядке отработки поля карьера.

Годовые объемы вскрыши в годы освоения карьером проектной мощности по добыче по пусковым комплексам, вводимым согласно настоящей проектной документации, приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Объемы вскрыши по карьеру в годы освоения проектной мощности пусковыми комплексами

Наименование показателей	Объемы вскрыши по карьеру в годы освоения проектной мощности пусковыми комплексами		
	1-й пусковой комплекс	1-й + 2-й пусковые комплексы	Освоение проектной мощности карьера
	Годы эксплуатации		
	5 год отработки	7 год отработки	10 год отработки
Годовой объем вскрышных работ, тыс. м <sup>3</sup>	1580	2376	3023

### 3.4 Режим работы карьера «Восточный»

Режим работы карьера по отработке известняков Восточной залежи принят согласно заданию на проектирование:

- на добычных и вскрышных работах – круглогодовой (365 дней в год), при непрерывной рабочей неделе, в две смены, продолжительность смены 12 часов;
- на бурении взрывных скважин – круглогодовой (365 дней в год), при прерывной рабочей неделе, в две смены в сутки продолжительностью 8 часов;
- на взрывании – один раз в неделю, в светлое время суток.

### 3.5 Срок работы карьера «Восточный» при отработке 1-го этапа

Срок службы карьера «Восточный» в соответствии с величиной принятых к отработке эксплуатационных запасов известняка и порядком отработки 1-го этапа составит 10 лет, в том числе с мощностью 2,8 млн. т – 1 год.

## 4 Вскрытие и порядок отработки поля карьера «Восточный»

### 4.1 Порядок отработки

Исходя из горно-геологических условий разработки и формирования фронта горных работ с севера на юг, обеспечивающего достижение производственной мощности карьера «Восточный» по добыче известняка 2,8 млн. тонн в год, предусматривается деление поля карьера на два эксплуатационных участка:

- участок «Основной карьер» – принимается для отработки основной части поля карьера в южном направлении;
- участок «Доработки» – принимается для отработки северо-западной части поля карьера.

Настоящей проектной документацией принимается для разработки участок «Основной карьер» на период первых 10 лет ведения горных работ (1 этап).

Анализ горно-геологических условий отработки показал, что наиболее благоприятными горно-геологическими условиями характеризуется северная часть поля, мощность верхней вскрыши которой изменяется от 6,0 м до 16,0 м, мощность промежуточной вскрыши - от 4,0 м до 6,0 м.

В южном направлении происходит увеличение общей мощности вскрышных пород, достигая у южной границы проектируемого карьера по 1 этапу отработки 19,0 м.

С учетом изложенного, а также типоразмера предусмотренного к применению вскрышных экскаваторов (ЭШ-10/70) на период первых семи лет, вскрытие участка «Основной карьер» предусматривается по северной границе отработки запасов известняка. Оработка участка ведется в направлении с севера на юг. Длина фронта горных работ 1,3 км.

Ввод карьера «Восточный» предусматривается двумя пусковыми комплексами:

- к середине 3 года работы, к сдаче первого пускового комплекса на производительность 600 тыс. т, подготавливается западный блок участка с западной фланговой выездной траншеей для вывоза известняка. Освоение проектной мощности 0,95 млн. т предусматривается в 5 году отработки.
- сдача второго пускового комплекса на производительность 1605 тыс. т планируется в 6 году отработки, после подготовки восточного блока участка с восточной фланговой выездной траншеей. Освоение проектной мощности двух пусковых комплексов 1,8 млн. т предусматривается в 7 году отработки.

Освоение годовой проектной мощности карьера 2,8 млн. т предусматривается в 10 году отработки карьера.

Вскрышная толща отрабатывается по бестранспортной системе разработки с применением драглайнов и размещением вскрышных пород в выработанном пространстве карьера. Известняки тарусского, веневского горизонтов, а также некондиционные доломитизированные породы тарусского горизонта, с коэффициентом крепости  $f = 4\div 8$  по шкале проф. М.М. Протодяконова перед экскавацией подлежат рыхлению буровзрывным способом. На добычных работах предусмотрено использование экскаваторно-железнодорожного комплекса в составе экскаватора-мехлопаты с удлиненным рабочим оборудованием с погрузкой полезного ископаемого в думпкары. Принятая двухфланговая схема вскрытия сохраняется до конца отработки всех балансовых запасов участка «Основной карьер».

#### **4.2 Вскрытие поля карьера**

Данной документацией предусматривается отработка части участка «Основной карьер» за 10 летний период.

Вскрытие участка осуществляется проходкой западной и восточной фланговых выездных траншей внешнего заложения и разрезной траншеи по северному нерабочему борту карьера, между разведочными линиями X÷IV.

Западная выездная траншея проходится с поверхности на почву тарусского горизонта. Восточная выездная траншея проходится с поверхности на кровлю веневского пласта.

Для вскрытия веневского пласта на западном фланге участка проходится выездная траншея внутреннего заложения с почвы пласта тарусского на кровлю веневского пласта.

Принятая двухфланговая схема вскрытия сохраняется до конца отработки участка «Основной карьер».

Положение вскрывающих траншей в плане на момент сдачи в эксплуатацию 1-го и 2-го пусковых комплексов приведено на листах 2 и 4 05-02-0101-4112-ИОС7.2.2.

Строительство выездных и разрезных траншей выполняется по усложненной бестранспортной технологической схеме с применением драглайнов ЭШ–10/70 или аналогичного.

Вскрышные породы от проходки выработок размещаются в отвале на нерабочем борту карьера.

#### **4.3 Горно-капитальные работы**

К горно-капитальным работам отнесены вскрышные работы по проходке выездных и разрезных траншей пусковых комплексов.

Для своевременного достижения проектной производительности и обеспечения нормальных транспортных условий в период эксплуатации, строительство разрезных траншей продолжается после сдачи первого и второго пусковых комплексов.

Объемы горно-вскрышных работ по строительству вскрывающих выработок приведены в таблице 4.1.

Параметры разрезных и выездных траншей определены исходя из условия безопасной работы горного и транспортного оборудования. При расчете ширины разрезной траншеи по подошве учитывалась также возможность размещения первой вскрышной заходки.

Таблица 4.1 - Объемы горно-вскрышных работ по строительству вскрывающих выработок

Наименование показателей	Объемы по строительству разрезных и выездных траншей, тыс. м <sup>3</sup>		
	Участок «Основной карьер»		Всего на ввод пусковых комплексов
	1-й пусковой комплекс	2-й пусковой комплекс	
Разрезные траншеи, всего	2990,53	1745,79	4736,32
в том числе: выемка из целика	2024,00	793,21	2817,21
- переэкскавация	966,53	952,58	1919,11
Выездные траншеи, всего	346	0	346,00
в том числе: выемка из целика	346	0	346,00
- переэкскавация	0	0	0,00
<b>Всего по пусковым комплексам</b>	<b>3336,53</b>	<b>1745,79</b>	<b>5082,32</b>
в том числе: выемка из целика	2370,00	793,21	3163,21
- переэкскавация	966,53	952,58	1919,11

С учетом вышесказанного, а также в соответствии с расчетами устойчивости бортов, уступов и отвалов карьера техническим проектом приняты следующие параметры вскрывающих выработок.

По разрезным траншеям:

- ширина траншеи по почве веневского пласта – 55 м;
- угол откоса нерабочего уступа (в конечном положении) по полезной толще – 60°;
- угол откоса уступа по вскрыше при высоте более 14 м – 25°;
- угол откоса рабочего уступа по известнякам – 80°;

Отвалы от проходки траншей размещаются на нерабочем борту на расстоянии 25 м от верхней бровки вскрышного уступа.

По выездным траншеям:

- уклон траншеи, в соответствии с принятым руководящим уклоном железных дорог – 16 ‰;
- ширина траншеи по низу, с учетом устройства автодороги и железнодорожного пути – 27,3 м;

Угол откоса отвалов, отсыпаемых при вскрытии – 30°.

Принятые поперечные профили по разрезным и выездным траншеям, а также технологические схемы проходки траншей приведены на рисунках 4.1 и 4.2.



Рисунок 4.1 – Выездная траншея. Поперечный профиль

Рисунок 4.2 – Разрезная траншея. Поперечный профиль

## 5 Система разработки

### 5.1 Общие сведения

В оконтуренной части месторождения в период эксплуатации в результате производства горных работ добывается полезное ископаемое и удаляются покрывающие и вмещающие его пустые породы. После извлечения горных пород образуется выработанное пространство, которое, в конечном итоге, примет положение запроектированного карьера в отработанном виде. Чтобы добиться запланированных технико-экономических показателей горные работы должны вестись упорядоченно, с соблюдением последовательности выполнения рабочих операций на смежных уступах и различных частях карьера по площади, т.е. для планомерного и целенаправленного формирования рабочей зоны карьера должна быть принята эффективная система отработки.

### 5.2 Выбор системы разработки

При разработке горизонтальных и слабонаклонных залежей, к которым относится V участок Пикалевского месторождения известняков, используются системы отработки без углубки карьера. Основной характерной чертой систем разработки без углубки является возможность применения внутреннего отвалообразования. Также особенностью этих систем разработки является наличие только одного основного направления развития рабочей зоны – перемещение рабочих уступов по горизонтали. При этом необходимо выемку залежи полезного ископаемого производить на полную мощность. До создания определённого объёма выработанного пространства, в первый период разработки, породу размещают во внешнем отвале, а затем переходят на внутреннее отвалообразование.

В связи с этим параметры системы разработки неразрывно связаны с параметрами образуемых в выработанном пространстве отвалов. Высота уступа и ширина вскрышной и отвальной заходки являются главными параметрами бестранспортной системы разработки. Эти параметры определяются рабочими параметрами вскрышного экскаватора и, в первую очередь, радиусом его разгрузки.

Вскрыша на месторождении представлена, в основной массе, рыхлыми породами. Доля скальных пород незначительна и составляет всего 2,4%. Поскольку скальные пропластки имеют незначительную мощность, то отработку вскрыши предусматривается вести без буро- взрывных работ.

Таким образом, вскрышная толща отрабатывается по бестранспортной системе разработки с применением драглайнов и размещением вскрышных пород в выработанном пространстве карьера.

На добычных работах предусмотрено использование экскаваторно-железнодорожного комплекса в составе экскаватора-мехлопаты с удлиненным рабочим оборудованием с погрузкой полезного ископаемого в думпкары.

### **5.3 Элементы системы разработки**

Основные элементы системы разработки определены в соответствии с линейными параметрами принятой настоящей документацией горно-транспортного оборудования на основании рекомендаций «Типовых технологических схем ведения горных работ на угольных разрезах», НИИОГР, 1991 г. и требований «Правил безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», СП 37.13330.2012 «Промышленный транспорт» и «Правил безопасности при взрывных работах».

#### **5.3.1 Вскрышные работы. Выбор и обоснование выемочно-погрузочного оборудования**

Основной вскрышной уступ и междупластье пластов известняка отрабатываются шагающими экскаваторами с размещением вскрышных пород в выработанном пространстве карьерного поля.

Основной уступ представляет собой практически горизонтальный, параллельный кровле верхнего пласта известняка, слой мощностью до 28 м на южной границе карьера при полной его отработке в границах лицензии. Подвигание фронта горных работ производится практически параллельными заходками.

Шагающий экскаватор устанавливается на слое некондиционных известняков тарусского горизонта и ведет экскавацию верхней вскрыши верхним черпанием, с этого же положения производится отработка промежуточной вскрыши нижним черпанием.

Таким образом, вся вскрыша отрабатывается за один рабочий проход экскаватора.

Отработка вскрышных и добычных уступов производится в направлении от выездной траншеи к флангу карьера. При двухфланговой схеме вскрытия рабочий ход вскрышного и добычного оборудования осуществляется в обоих направлениях. На флангах карьера экскаваторы простаивают в ожидании возможности производства работ.

Основными технологическими параметрами драглайнов являются вместимость ковша, габариты, масса, давление на грунт, преодолеваемый уклон и рабочие параметры.

Высота верхнего вскрышного подступа ( $H_v$ ) принимается не более 0,5 – 0,7 высоты разгрузки экскаватора.

Высота нижнего вскрышного подступа ( $H_n$ ) рассчитывается по условию размещения пород вскрыши в выработанном пространстве:

$$H_n = H_o - h - h_p, \text{ м}$$

$h$  – высота добычного уступа, м;

$h_p$  – высота разгрузки экскаватора, м

Необходимая высота разгрузки драглайна должна быть:

$$h_p \geq H_0 - h - H, \text{ м}$$

$H_0$  – необходимая высота отвала по условию размещения вскрыши в выработанном пространстве, м;

$H$  – мощность вскрыши, м

$$H_0 = Hk_p + 0,25Btg\beta, \text{ м}$$

$k_p$  – коэффициент разрыхления вскрышных пород;

$B$  – ширина заходки драглайна, м;

$\beta$  – угол откоса отвала, градус

Нормальная ширина заходки драглайна:

$$B = 1,4 R_q$$

Горно-геологические условия эксплуатационного участка и расчет параметров технологии отработки predeterminedли применение драглайнов ЭШ-10/70, ЭШ-11/70 и ЭШ-15/90 с последующей их заменой на ЭШ-10.75 и ЭШ-15.90 или аналогичного оборудования.

Технические характеристики выемочно-погрузочного оборудования приведены в таблице 7.4.

Основные параметры бестранспортной системы разработки определены в соответствии с параметрами выемочного оборудования.

При применении на отработке вскрыши драглайна ЭШ-10/70 (ЭШ-11/70) параметры следующие:

- максимальная высота основного вскрышного уступа – до 16 м;
- суммарная максимальная мощность вскрыши – до 19 м;
- ширина вскрышной заходки – 20 ÷ 22 м;
- ширина рабочей площадки – 27 м.

Параметры простой бестранспортной системы разработки при отработке верхней и промежуточной вскрыши драглайном ЭШ-15/90 следующие:

- максимальная высота основного вскрышного уступа – до 22,5 м;
- суммарная максимальная мощность вскрыши – до 27 м;
- угол откоса рабочего основного уступа – 35°;
- угол откоса рабочего уступа междупластья – 50°;
- ширина вскрышной заходки – 20 ÷ 23 м;

- отсыпка внутренних отвалов производится одним ярусом;
- угол откоса внутренних отвалов – 30°;
- ширина рабочей площадки – 34,5 м.

В выработанном пространстве Восточного карьера по 1 этапу размещается 78,6 % вскрыши. Остальная вскрыша, т.е. 21,4 % размещается в бестранспортных отвалах на бортах карьера.

Во внешних бестранспортных отвалах предусматривается разместить вскрышу из прибортовых траншей. В данном проекте проходку прибортовых траншей намечено вести по вскрышному уступу до кровли веневского пласта известняков с переэкскавацией.

После того как прибортовые траншеи будут расширены до проектных величин и тем самым создан необходимый 3-х месячный фронт подготовки запасов, складирование следующей вскрышной заходки начинается во внутреннее освободившееся после добычной проходки пространство карьера.

Элементы системы отработки вскрышных пород шагающими экскаваторами ЭШ-10/70 и ЭШ-15/90 приведены на листе 6 05-02-0101-4112-ИОС7.2.2 и рисунках 5.1 и 5.2.

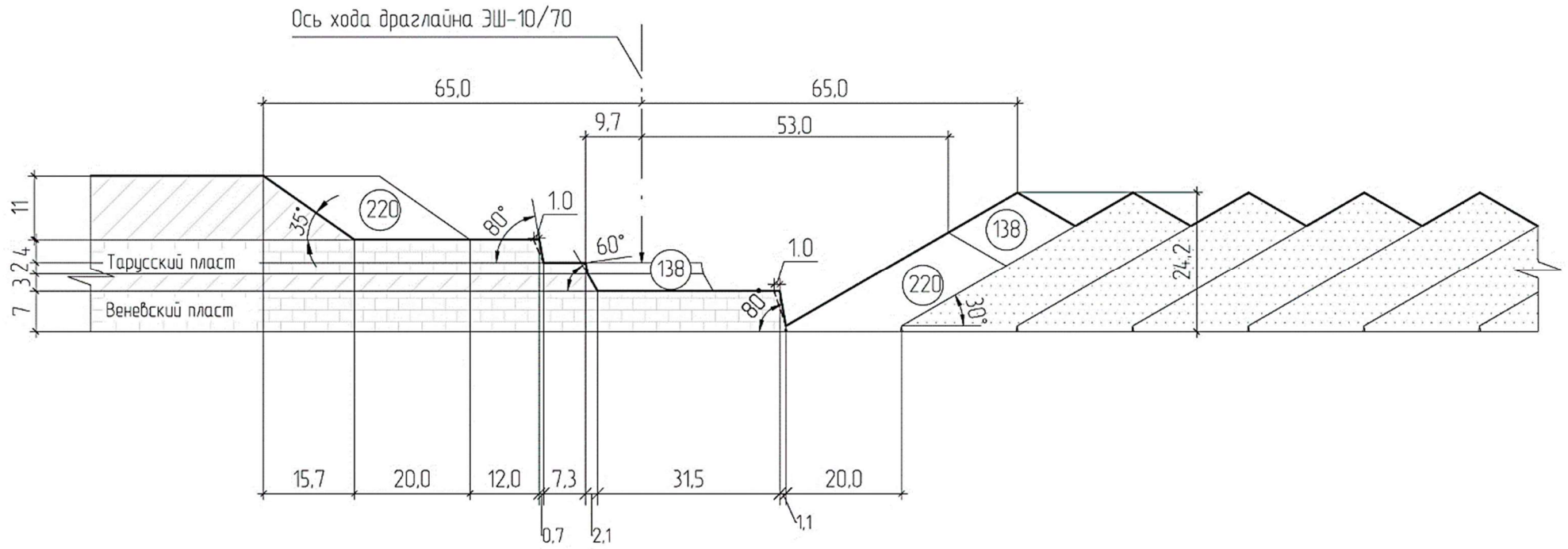


Рисунок 5.1 – Технологическая схема отработки вскрышных пород драглайном ЭШ-10/70

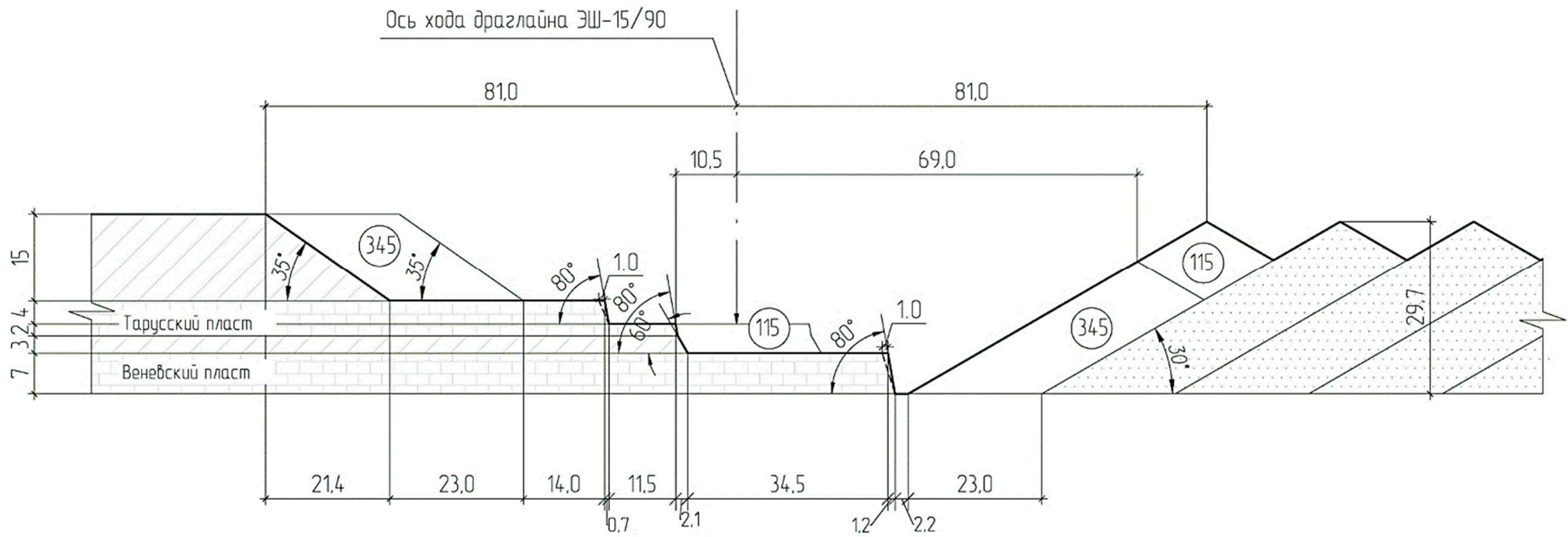


Рисунок 5.2 – Технологическая схема отработки вскрышных пород драглайном ЭШ-15.90



### 5.3.2 Добычные работы

Высота уступа, в соответствии с требованиями «Федеральных норм и правил безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом» не должна превышать, при применении канатных экскаваторов без применения БВР – максимальной высоты черпания экскаватора. При разработке пород с применением буровзрывных работ допускается увеличение высоты уступа до полуторной высоты черпания экскаватора при условии разделения развала по высоте на подступы или разработки специальных мероприятий по безопасному обрушению козырьков и навесей.

Средняя высота добычных уступов по условиям залегания пластов составляет: по тарусскому пласту – 4,0 м; по веневскому – 7,0 м.

По результатам технико-экономического сравнения, выполненного в утверждённом техническом проекте, наиболее целесообразным видом транспорта известняка от карьера до завода является использование с заведением электрифицированного железнодорожного транспорта в карьер с погрузкой в забое экскаваторами ЭКГ-8УС и ЭКГ-6,3УС.

Высота уступа при верхней разгрузке механической лопатой с удлиненным оборудованием устанавливается из условия высоты транспортного сосуда ( $h_T$ ) и необходимого зазора ( $c$ ) между ним и ковшом:

$$h \leq H_{p,max} - (h_T + c), \text{ м}$$

Ширина заходки при отработке крепких пород с предварительным рыхлением определяется параметрами буровзрывных работ и технологическими условиями. При установлении ширины забоя мехлопаты определяющим является радиус черпания на уровне стояния. Ширина торцевого забоя обеспечивается при  $1,5 R_{ч.у}$ .

Отработка пластов известняка предусматривается осуществлять экскаваторами-мехлопатами ЭКГ-8УС и ЭКГ-6,3УС с удлиненным рабочим оборудованием. Для вывозки известняка из забоев до приёмных устройств завода предусматривается использование думпкаров ВС-105 и электровозов ЕЛ-21.

Работа добычного экскаватора предусматривается с верхней погрузкой, т.е. экскаватор размещается на почве добычного уступа, а транспорт, буровое и вскрышное оборудование - на кровле известняка.

Транспортировка известняка от забоя будет осуществляться через две въездные траншеи поочередно, в зависимости от того, на каком блоке (фланге) участка работает добычной экскаватор.

Технические характеристики выемочно-погрузочного оборудования приведены в таблице 7.4.

Экскаваторы размещаются на почве отрабатываемого пласта.

Погрузка известняка осуществляется в думпкары 2ВС-105 расположенные:

- на почве пласта при отработке тарусского пласта,
- на кровле пласта при отработке веневского пласта.

После отработки добычной заходки железнодорожные пути переукладываются в новое положение.

Основные параметры системы разработки следующие:

- максимальная высота добычного уступа – до 9,0 м;
- угол откоса рабочего уступа –  $80^\circ$ ;
- ширина добычной заходки –  $20 \div 23$  м;
- - ширина призмы обрушения рабочего уступа – 1 м.

Зачистка кровли пластов производится бульдозером. Порода подваливается к забою драглайна и переэкскавируется им в отвал.

Технологические схемы отработки тарусского и веневского пластов известняка экскаватором ЭКГ-8УС приведены на листе 7 05-02-0101-4112-ИОС7.2.2 и рисунках 5.3 и 5.4.

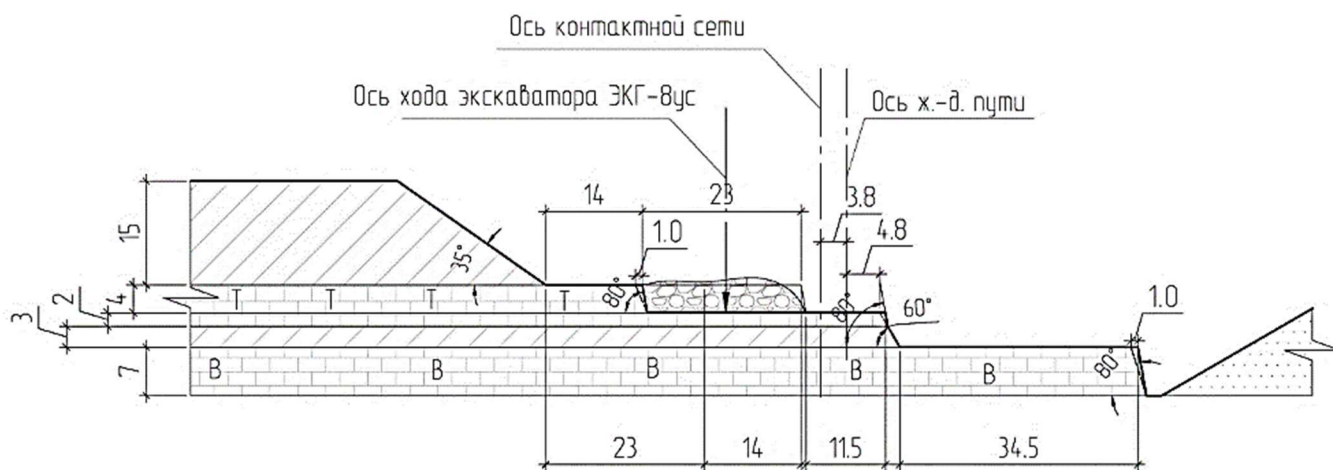


Рисунок 5.3 – Технологическая схема отработки тарусского пласта экскаватором ЭКГ-8УС

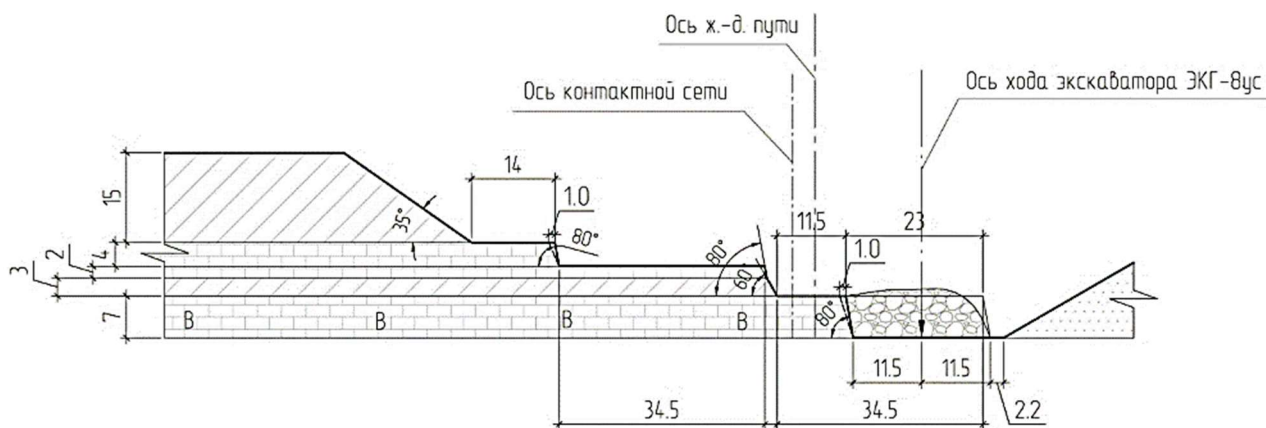


Рисунок 5.4 – Технологическая схема отработки веневского пласта экскаватором ЭКГ-8УС

Диаграмма грузопотоков на конец строительства 1 этапа приведена на рисунке 5.5.

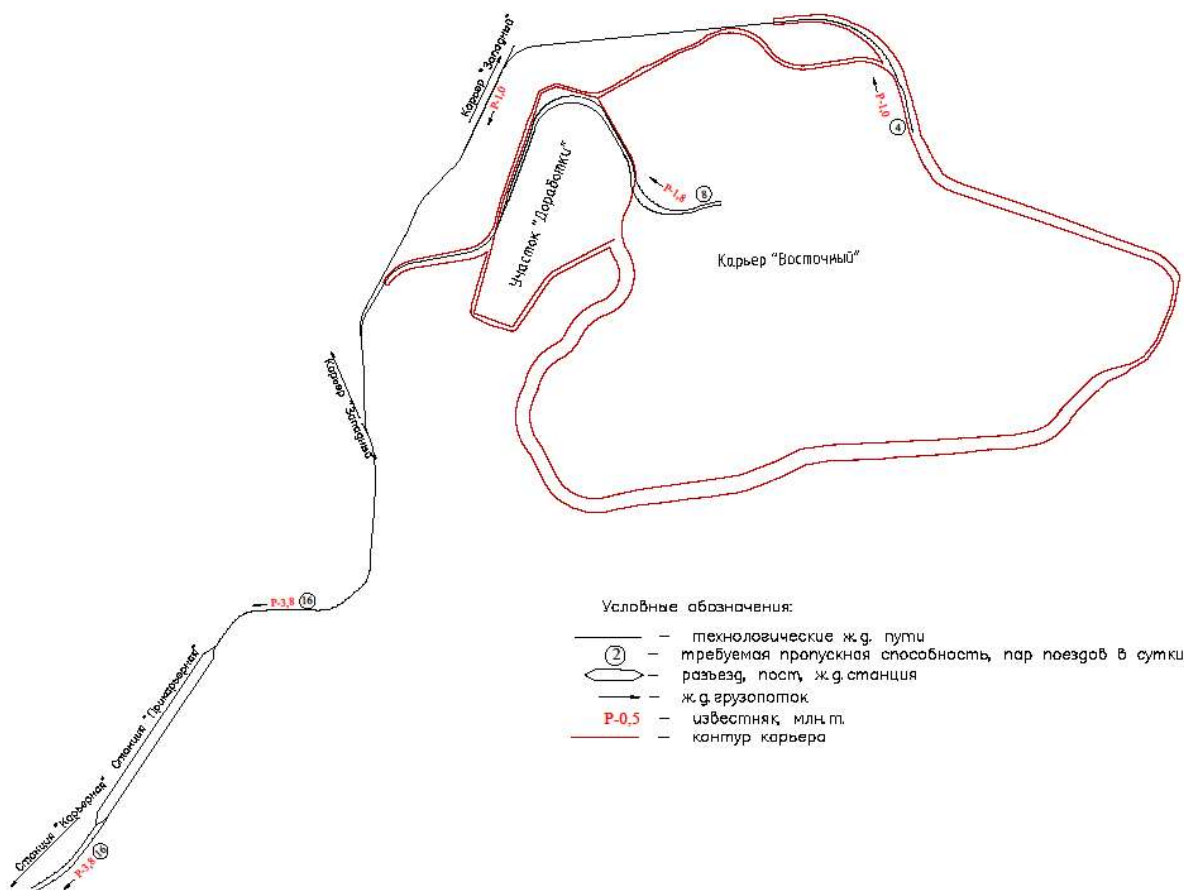


Рисунок 5.5 – Диаграмма грузопотоков на конец строительства 1 этапа

## 6 Буровзрывные работы

Горные породы, слагающие Восточную залежь V участка Пикалёвского месторождения известняков, представлены рыхлыми четвертичными отложениями, карбонатными и песчано-глинистыми породами стешевского и тарусского горизонтов и карбонатными породами веневского горизонта.

Четвертичные отложения, сложенные озерно-ледниковыми глинами, валунными суглинками, включающими в себя, в нижней части разреза, отторженцы карбонатных и песчано-глинистых пород, разрабатываются без предварительного рыхления.

Известняки тарусского, веневского горизонтов, а также некондиционные известняки стешевского и некондиционные доломитизированные породы тарусского горизонтов, с коэффициентом крепости  $f = 4 \div 8$  по шкале проф. М.М. Протодьяконова перед экскавацией подлежат рыхлению буровзрывным способом.

### 6.1 Бурение скважин

Буровые работы на карьере «Восточный» предусматривается производить станками типа СБШ-250МНА-32 или аналогичными. Диаметр взрывных скважин составляет 250 мм.

Характеристики бурового станка СБШ-250МНА-32 приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Технические характеристики бурового оборудования

Наименование	Единица измерения	Буровой станок СБШ-250МНА-32
Способ бурения		Вращательное
Диаметр скважины	мм	250; 270
Глубина бурения	м	32
Тип привода	-	Электрический
Питающее напряжение	В	6000
Суммарная установленная мощность электродвигателей	кВт	490
Габариты станка в рабочем положении	мм	9200x5450x15300
Масса станка	т	66

Расчет производительности бурового станка СБШ-250МНА-32 произведен в соответствии с «ЕНВ на открытые горные работы», 1978 г. и приведен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Расчет производительности бурового оборудования

Наименование показателей		Ед. изм.	Показатели
Марка бурового станка			СБШ-250МНА-32
Диаметр бурения		мм	250
Категория пород по буримости			IX
Категория пород по взрываемости			трудновзрыв.
Продолжительность смены		мин	480
Количество смен работы бурового станка в сутки		смен	2
Время на	подготовительно-заключительную работу	мин	25
	заправку	мин	0
	личные надобности	мин	15
Время при бурении 1 м скважины, при выполнении	основных операций	мин	2,13
	вспомогательных операций	мин	1,6
Коэффициенты, учи- тываемые	климатические (местные) условия		0,98
	ведение взрывных работ в течение смены		0,97
	трещиноватость пород		1,0
	подавление пыли воздушно-водяной смесью		1,0
	обводненность пород		1,0
	наклонное бурение		1,0
Количество дней	работы карьера в год	суток	250
	простоев бурового станка в ремонтах	суток	40
	на технологические простои	суток	15
	на холостые переходы	суток	8
	работы бурового станка в год	суток	187
Количество часов производительной работы бурового станка в сутки		час	14,8
Возможное количество часов работы бурового станка в год		час	2780
Производительность бурового станка:	часовая при работе	м	28,17
	сменная	м	113
	суточная	м	227
	годовая	км	42

Годовой объем рыхления горной массы на карьере «Восточный» достигнет максимума в год освоения проектной мощности и составит 2,8 тыс. т (1333 тыс. м<sup>3</sup>) известняка и 1313 тыс.м<sup>3</sup> некондиционных известняков и скальных пород.

Расчет необходимого количества буровых станков на освоение проектной мощности карьера «Восточный» приведен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Расчет необходимого количества буровых станков

Наименование показателей	Един. измерения	Показатели на освоение проектной мощности (10 год отработки)
Годовой объем работ, всего	тыс. м <sup>3</sup>	2646,41
В том числе:		
– известняки	тыс. м <sup>3</sup>	1333,34
– некондиционные известняки и скальные породы	тыс. м <sup>3</sup>	1313,07
Средний выход горной массы с 1п.м. скважины по известнякам и породам	м <sup>3</sup> /м	40
Годовой объем бурения	тыс. пог. м	66,16
Годовая производительность инвентарного станка	тыс. м/год	42
Рабочее количество буровых станков	шт.	2
Инвентарное количество буровых станков	шт.	2

Для выполнения годовых объемов буровых работ необходимое количество станков на период работы с производительностью по добыче известняка 2,8 млн. тонн в год составит 2 единицы.

При отбойке горной массы применяется схема обуривания блоков вертикальными скважинами во всех рядах, с определенным недобуром, чтобы не допустить разрушения пласта (при взрывании налегающих пластов некондиционных известняков) или разубоживания известняков подстилающими глинистыми породами (при взрывании промышленных пластов).

Расчет параметров буровзрывных работ произведен исходя из структурно-прочностных свойств горных пород с учетом требований, предъявляемых к горной массе при экскавации, параметров оборудования и элементов системы разработки. Расчет выполнен по величине максимальной мощности пласта балансовых известняков ( $h_{уст} = 10,0$  м).

Диаметр бурового инструмента выбран исходя из технического парка буровых станков в карьере,  $d_{инстр.} = 0,25$  м.

Диаметр скважины при известном диаметре бурового инструмента определяется с учетом коэффициента разбуривания пород:

$$d_{скв} = K_p d_{инстр.} = 0,255, \text{ м}$$

где  $K_p = 1,02 \div 1,07$ ;

Удельный расход  $q_{пр}$  определяется с учетом характеристик ВВ, пород взрываваемого массива и линейных размеров отдельности во взрываемом массиве и во взорванной горной массе:

$$q_{пр} = 0,13 \cdot (f \cdot (0,6 + 3,3 \cdot d_o \cdot d_{скв}))^{1/4} \cdot (0,5/d_n)^{2/5} \cdot K_{ВВТ} \cdot \rho, \text{ кг/м}^3;$$

где  $f$  – коэффициент крепости породы по проф. М.М. Протождяконову,  $f=8$ ;

$\rho$  – плотность взрываемой породы,  $\rho=2,1$  т/м<sup>3</sup>;  $K_{ВВТ}$  – коэффициент работоспособности ВВ (в тротиловом эквиваленте  $K_{ВВТ}=1,4$ );

$d_o$  – средний размер отдельности во взрываемом массиве,  $d_o = 0,6$  м

$d_n$  – предельный размер кондиционного куска во взорванной горной массе,

$d_n = 1,0$  м.

Тогда для ЭВВ «Нитронит ПАС»:

$$q_{\text{пр}} = 0,13 \cdot (8 \cdot (0,6 + 3,3 \cdot 0,6 \cdot 0,255))^{1/4} \cdot (0,5/1)^{2/5} \cdot 1,4 \cdot 2,1 = 0,498 \text{ кг/м}^3.$$

При известном диаметре скважин расчетная линия наименьшего сопротивления по подошве (ЛСПП), преодолеваемая одиночным зарядом:

$$W_n = 53 \cdot K_g \cdot d_{\text{скв}} \cdot ((K_{\text{ВВЭ}} \cdot q_{\text{пр}} \cdot h_{\text{уст}}) / (\gamma \cdot L_{\text{скв}}))^{1/2} = 6,44 \text{ м};$$

где  $K_g$  – коэффициент взрываемости пород,  $K_g = 1,15$ ;

$\gamma$  – удельный вес взрываемых пород,  $\gamma = 2,1 \text{ т/м}^3$ ;

$L_{\text{скв}}$  – длина скважины, м;

$K_{\text{ВВЭ}}$  – коэффициент работоспособности ВВ (в эталонном эквиваленте  $K_{\text{ВВЭ}} = 0,71$ )

Длина вертикальной скважины (на полную вместимость):

$$L_{\text{скв}} = H_y - l_{\text{нед}} = 9,8 \text{ м.}$$

Длина недобура скважин принимается  $l_{\text{нед}} = 0,2$  м при  $h_{\text{уст}} > 4,0$  м и  $l_{\text{нед}} = 0,1$  м при  $h_{\text{уст}} < 4,0$  м, для исключения разрушения пласта (при взрывании налегающих пластов некондиционных известняков) или разубоживания известняков подстилающими глинистыми породами (при взрывании промышленных пластов).

Расчетное значение  $W$  (м) проверяется на условие безопасного расположения бурового станка при бурении первого ряда скважин:

$$W_{\text{п}} \geq W_{\text{пб}}$$

$$W_{\text{пб}} = H_y \cdot \text{ctg} \alpha + c, \text{ м}$$

$6,4 > 3,8 \Rightarrow$  условие выполняется;

где  $W_{\text{пб}}$  – линия сопротивления по подошве, обеспечивающая безопасное расположение бурового станка, м;

$H_y$  – высота уступа, м;

$\alpha$  – угол откоса уступа, градус (принимается для рабочих уступов  $80^\circ$ );

$c = 2,0$  м – минимальное безопасное расстояние для верхней бровки уступа.

Конструкция и размер заряда по максимальной вместимости скважин определяются исходя из параметров элементов скважины и заряда.

Расстояние между скважинами в ряду принимается равным:

$$a = m \cdot W_{\text{п}} = 6,4 \text{ м (при квадратной сетке расположения скважин);}$$

где  $m$  – коэффициент сближения скважин (при квадратной и шахматной сетке расположения скважин  $m=1$  и  $m=1,16$  соответственно).

Расстояние между рядами скважин принимается равным:

$$b = a = 6,4 \text{ м; (при квадратной сетке расположения скважин).}$$

Масса заряда ВВ в скважине:

$$Q_{\text{скв}} = q_{\text{пр}} \cdot a \cdot W_{\text{п}} \cdot h_{\text{уст}} = 204,1 \text{ кг;}$$

Длина заряда:

$$L_{\text{зар}} = Q_{\text{скв}} / P = 3,48 \text{ м;}$$

где  $P$  – вместимость 1 п.м. скважины, кг.

$$P = \pi \cdot d_{\text{скв}}^2 \cdot \Delta / 4 = 58,73 \text{ кг;}$$

где  $\Delta$  – плотность заряжения, кг/м<sup>3</sup> (1130-1250 для ЭВВ «Нитронит ПАС").

Согласно расчетам, значительная часть скважины остается незаряженной и при сосредоточении заряда ВВ в нижней части скважины, энергия взрыва неравномерно распределяется по высоте разрушаемого уступа. Поэтому значительные объемы породы, прилегающие к кровле уступа, находятся вне зоны регулируемого дробления и являются источником большого количества негабарита. Для более равномерного распределения энергии взрыва при разрушении на веневском горизонте предусматривается рассредоточение заряда с оставлением воздушных промежутков. При этом нижняя часть скважины заряжается 2/3 части от массы всего заряда эмульсионным ВВ, а верхняя зона скважины заряжается 1/3 части от всего заряда эмульсионным ВВ, путём её подвеса в рукаве.

Учитывая литологические особенности промышленной толщи, длина незаряженной части под забойку рассчитывается с учетом необходимости рассредоточения 1/3 массы заряда в верхней части скважины (т.е. его подвесом на глубину двух метров от устья скважины).

Длина части скважины под забойку:

$$L_{\text{заб}} = 2 \cdot 1/3 \cdot L_{\text{зар}} = 0,84 \text{ м.}$$

Выход взорванной породы с одной скважины:

$$V_{\text{скв}} = h_{\text{уст}} \cdot a \cdot b = 409,6 \text{ м}^3.$$

Выход взорванной породы с 1 п.м. скважины:

$$V_{\text{з.м.}} = V_{\text{скв}} / L_{\text{скв}} = 41,8 \text{ м}^3/\text{п.м.}$$

Количество рядов взрывааемых скважин:

$$n = (B-c)/b + 1 = 5 \text{ рядов.}$$



где  $B$  – ширина добычной заходки (находится в пределах 20 - 26 м, средняя - 22 м).

Ширина развала при многорядном короткозамедленном взрывании без подпорной стенки:

$$B_{\text{разв}} \cong 1,6 \cdot h_{\text{уст}} + (n - 1) \cdot b = 41,6 \text{ м};$$

Высота развала при многорядном короткозамедленном взрывании без подпорной стенки:

$$H_p \cong 0,9H_y = 5,4 \text{ м};$$

Количество ВВ, необходимое для заряжения взрывающего блока:

$$Q_{\text{ВВ}} = V_{\text{бл}} \cdot q_{\text{пр}} = 25360 \text{ кг};$$

где  $V_{\text{бл}}$  – объем взрывного блока, обеспечивающий бесперебойную работу (50892,5 м<sup>3</sup>).

Средняя длина взрывного блока, обеспечивающая необходимый объем горной массы для бесперебойной работы:

$$L_{\text{бл}} = \frac{V_{\text{бл}}}{B \cdot h_{\text{уст}}} = 196 \text{ м}.$$

Параметры буровзрывных работ для других значений мощности пластов рассчитаны аналогичным способом и приведены в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Параметры буровзрывных работ

Наименование показателей	Единица измерения	Высота уступа, м				
		2	4	6	8	10
Глубина скважины	м	1,90	3,90	6,80	7,80	9,80
Линия сопротивления по подошве	м	6,55	6,46	6,49	6,46	6,44
Длина недобура	м	0,10	0,10	0,20	0,20	0,20
Длина основного заряда	м	0,70	1,39	2,09	2,78	3,48
Длина незаряженной части скважины	м	1,20	2,51	4,71	5,02	6,32
Расстояние между скважинами в ряду	м	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40
Расстояние между рядами скважин	м	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40
Масса заряда в скважине	кг	40,82	81,64	122,47	163,29	204,10
Выход горной массы с 1 скважины	м <sup>3</sup>	81,92	163,84	245,76	327,68	409,60
Выход горной массы с 1 п. м скважины	м <sup>3</sup> /п.м	43,12	42,01	42,37	42,01	41,80

Расположение взрывных скважин на блоке при обрушении вертикальными скважинами приведено на рисунке 6.1 и на листе 8 05-02-0101-4112-1-ИОС7.2.2.ГЧ.

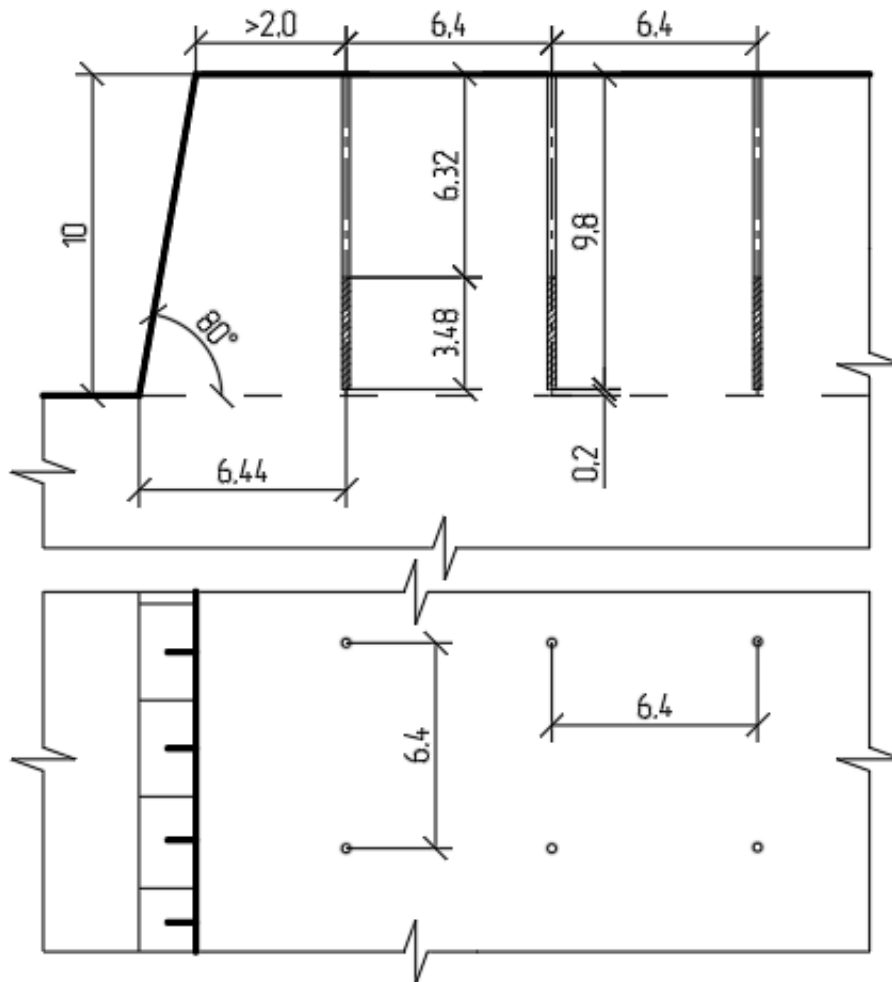


Рисунок 6.1 – Схема обустройства блока вертикальными скважинами

## 6.2 Взрывные работы

На взрывных работах в качестве ВВ предусматривается использовать применяемое на известняковом руднике водоустойчивое патронированное эмульсионное ВВ «Нитронит ПАС 90». В качестве промежуточного детонатора применяются тротилловые шашки Т-400Г. Взрывание зарядов короткозамедленное. Поверхностная взрывная сеть монтируется из детонирующего шнура ДШЭ-12. В качестве замедлителей используются пиротехнические реле РП-2 с интервалами замедления  $20 \div 42$  мс. Взрывная сеть инициируется электродетонаторами ЭД-8М-1. При ведении взрывных работ используются перечисленные ВМ или другие, допущенные Ростехнадзором в установленном порядке.

Настоящей документацией предусматривается использование диагональной, диагонально-клиновой или порядной схем взрывания.

Порядная схема взрывания с применением поверхностной и скважинной взрывных сетей из детонирующего шнура приведена на рисунке 6.2 и на листе 8 05-02-0101-4112-1-ИОС7.2.2.ГЧ.

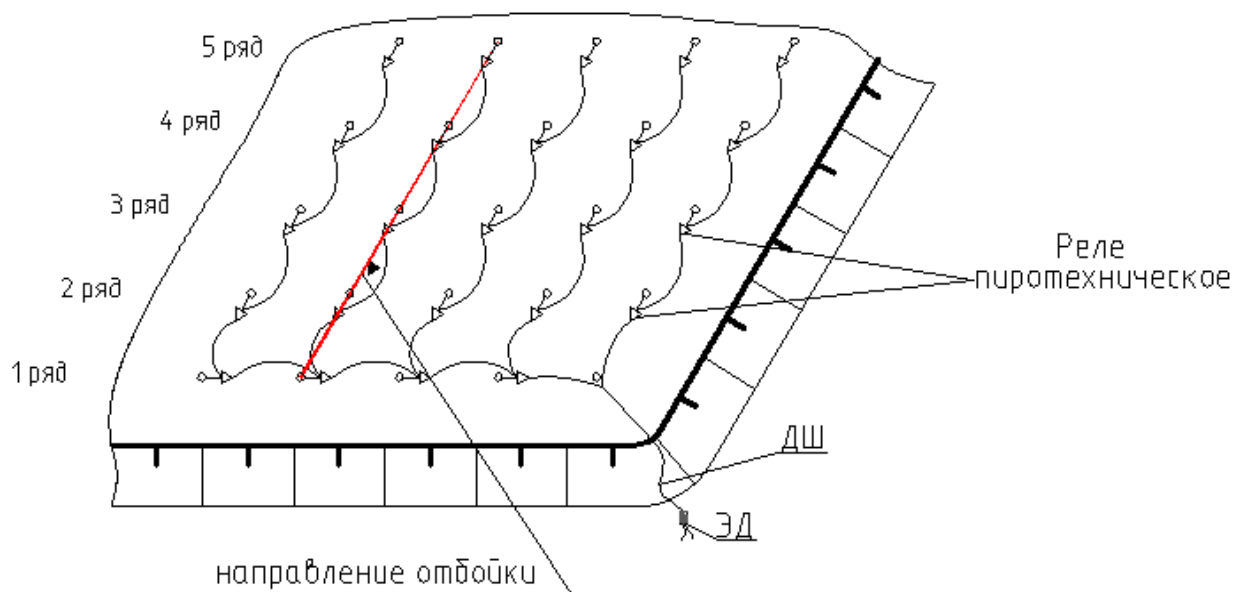


Рисунок 6.2 – Порядная схема взрывания

Взрывные работы в карьере «Восточный» производятся один раз в неделю. В течение года на карьере будет производиться 52 массовых взрыва. Количество максимально взрывае-мого ВВ за один день производства взрывных работ в период работы карьера с максимальной производительностью по скальной горной массе в год составит порядка 25 т.

Для доставки взрывчатых материалов к местам производства взрывных работ исполь-зуется специализированный автомобиль УСТ-54535Т на базе КАМАЗ 43502, грузоподъёмно-стью 4 тонны, в количестве 1 машины.

Забойка взрывных скважин предусматривается осуществлять с применением забоечной машины МЗС – 7 грузоподъемностью 7 т. Для выполнения работ по забойки скважин потре-буется 1 машина.

Годовой расход эмульсионного ВВ для рыхления известняка и скальных пород приве-ден в таблице 6.5.

Таблица 6.5 – Расчет годового расхода эмульсионного ВВ

Год отработки	Годовой объем рыхления скальной горной массы, тыс. м <sup>3</sup>	Удельный расход ВВ, т на 1000 м <sup>3</sup> г.м.	Годовой расход ВВ, т
1 год	0	0,498	0,00
2 год	0	0,498	0,00
3 год	311,7	0,498	155,23
4 год	1100,31	0,498	547,95
5 год	1192,72	0,498	593,97
6 год	1809,86	0,498	901,31
7 год	1843,58	0,498	918,10
8 год	2099,44	0,498	1045,52
9 год	2314,91	0,498	1152,83
10 год	2646,41	0,498	1317,91
Всего	13318,93		6632,83

### 6.2.1 Дробление негабарита

Размеры негабаритных кусков: для известняка – больше 900 мм, для породы – больше 1500 мм.

Расчетный выход негабарита определен по методике «Союзвзрывпром»:

- при взрывании пород промышленного пласта (VII группа пород по СНиП IV-2-82):

$$N = \frac{F^2 - 2}{\left(\frac{q - 0,022}{0,0}\right)^3} = 2,84\%;$$

- при взрывании пластов некондиционных известняков (VI группа пород по СНиП IV-2-82):

$$N = \frac{F^2 - 2}{\left(\frac{q - 0,022}{0,038F}\right)^3} = 1,29\%;$$

где  $F$  – группа пород по СНиП IV-2-82.

Расчетный максимальный годовой объем известнякового негабарита составит 37,87 тыс.м<sup>3</sup>, породного – 16,94 тыс.м<sup>3</sup>.

Расчетный максимальный разовый объем известнякового негабарита составит 1,45 тыс.м<sup>3</sup>, породного – 0,66 тыс.м<sup>3</sup>.

Вторичное дробление негабаритных кусков взорванной горной массы планируется осуществлять взрыванием накладных (наружных) зарядов. Применяемые заряды – патронированный эмульсионный ВВ (Нитронит ПАС, Сибирит ПСМ-7500), средства взрывания – электродетонаторы ЭД-8Ж, детонирующий шнур ДШЭ-12, пиротехнические реле РПЭ-2.

Наружный заряд должен быть по возможности плоским и иметь толщину не меньше критического диаметра детонации применяемого ВВ. Для повышения эффективности действия наружные заряды необходимо прикрывать забоечным материалом, слой которого должен быть не менее толщины заряда.

Рекомендуемый удельный расход ВВ для V-VIII групп грунтов по СНиП IV-2-82 составляет 0,90 - 1,7 кг/м<sup>3</sup>. Учитывая, что до 80% разрабатываемых известняков относится к V-VI группам, для взрывания негабаритов принимается удельный расход 1 кг/ м<sup>3</sup>.

Расчетное максимальное количество ВВ для взрывания известняковых негабаритов составит 1450 кг, породных – 660 кг. Количество одновременно взрываемых зарядов ВВ при дроблении негабаритов составит не более 60 кг.

Типовая схема размещения наружного заряда представлена на рисунке 6.3.

Дробление негабаритов производится одновременно с производством массового взрыва на блоке.

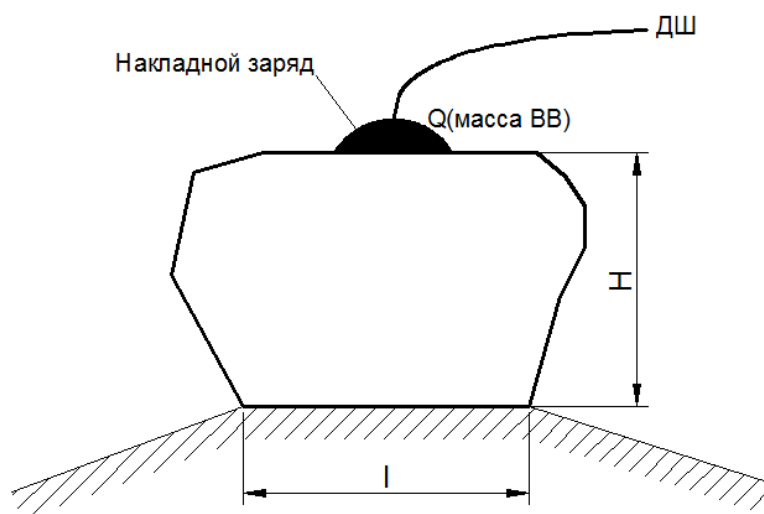


Рисунок 6.3 – Типовая схема размещения наружного заряда

### 6.2.2 Обоснование безопасных расстояний при производстве взрывных работ

#### Расстояния, безопасные для людей по разлету отдельных кусков породы при взрывании скважинных зарядов

Безопасные расстояния при производстве взрывных работ определены в соответствии с Федеральными Нормами и Правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности при взрывных работах» (далее по тексту «Правила безопасности ...»).

Расстояние ( $r_{\text{разл}}$ ), опасное для людей по разлету отдельных кусков породы при взрывании скважинных зарядов, рассчитанное на разрыхляющее (дробящее) действие, определяется по формуле:

$$r_{\text{разл}} = 1250 \cdot \eta_z \cdot \sqrt{\frac{f}{1 + \eta_{\text{заб}}} \cdot \frac{d}{a}}, \text{ м}$$

где  $\eta_z$  – коэффициент заполнения скважины ВВ, определяется по формуле:

$$\eta_z = \frac{l_z}{L} = \frac{0,7}{1,9} = 0,368;$$

где  $l_z$  – длина заряда в скважине, м.;

$L$  – глубина скважины, м.;

$f$  – коэффициент крепости пород по шкале профессора М.М. Протодяконова;

$d$  – диаметр взрываваемой скважины, м;

$a$  – расстояние между скважинами в ряду или между рядами скважин, м;

$\eta_{\text{заб}}$  – коэффициент заполнения скважины забойкой, равен отношению длины забойки к длине незаряженной части скважины (при полном заполнении забойкой незаряженной части скважины  $\eta_{\text{заб}} = 1$ , при взрывании без забойки  $\eta_{\text{заб}} = 0$ ) и определяется по формуле:

$$\eta_{\text{заб}} = \frac{l_{\text{заб}}}{l_{\text{н}}}$$

где  $l_{\text{заб}}$  – длина забойки, м;

$l_{\text{н}}$  – длина свободной от заряда верхней части скважины, м

При расчете безопасного расстояния принято минимально возможное в процессе производства взрывных работ значение параметра  $a = 6,4$  м и максимально возможное значение

$\eta_z = 0,368$ . При полном заполнении незаряженной части скважины забойкой  $\eta_{\text{заб}} = 1$ . Коэффициент крепости пород по шкале проф. М.М. Протодяконова  $f = 8$ . Для всех высот уступов безопасное расстояние по разлету отдельных кусков породы составит:

$$r_{\text{разл}} = 1250 \cdot 0,368 \cdot \sqrt{\frac{8}{2} \cdot \frac{0,25}{6,4}} = 181,8 \text{ м.}$$

Принимаем размеры зоны, опасной для людей по разлету отдельных кусков породы при взрывании скважинных зарядов, равной 300 м.

Согласно требованиям главы XII «Правил безопасности при взрывных работах» безопасные расстояния, обеспечивающие сохранность механизмов, зданий и сооружений от повреждения их разлетающимися кусками породы, должны устанавливаться в каждом проекте массового взрыва с учетом конкретных условий проведения взрывных работ.

Радиус опасной зоны для механизмов, зданий и сооружений от повреждения их разлетающимися кусками породы принимается в проекте на взрыв с учетом конкретных условий, но не менее 150 м.

Оборудование и механизмы должны отгоняться на расстояние, установленное в проекте массового взрыва. При невозможности отгона оборудования и механизмов на установленное расстояние должны разрабатываться мероприятия, утверждаемые главным инженером, по их защите от разлетающихся кусков породы.

Расстояние, безопасное по действию ударной воздушной волны на застекление

При расчетах безопасного расстояния по действию УВВ интервал замедления между зарядами принят равным 42 мс.

В соответствии с требованиями п. 804 главы XII «Правил безопасности при взрывных работах» безопасные расстояния по действию УВВ на застекление при взрывании скважинных зарядов рыхления определяются по формуле:

$$r_g = 65 \cdot \sqrt{Q_3}, \text{ м, при } 2 < Q_3 < 1000 \text{ кг}$$

$$r_g = 63 \cdot \sqrt[3]{Q_3^2}, \text{ м, при } Q_3 < 2 \text{ кг}$$

где  $Q_3$  – эквивалентная масса заряда длиной менее 12 диаметров, кг.

$$Q_3 = P \cdot L_{зар} \cdot K_3 \cdot N, \text{ кг}$$

где  $P$  – вместимость 1 п.м. скважины, кг. Вместимость 1 м скважины принимаем 58,73 кг (эмульсионное патронированное ВВ);

$L_{зар}$  – длина заряда, м;

$K_3$  – коэффициент, значение которого зависит от отношения длины свободной от заряда части скважины к диаметру при взрывании без забойки;

$N$  – количество одновременно взрываемых зарядов (5 скважин при диагональной схеме взрывания).

В соответствии с требованиями п. 805 главы XII «Правил безопасности при взрывных работах» при взрывании зарядов с помощью детонирующего к значениям  $Q_3$  добавляется масса взрываемого в сети детонирующего шнура ( $Q_{дш}$ ).

$$Q_{дш} = L_{дш} \times 0,012, \text{ кг}$$

где  $L_{дш}$  – длина детонирующего шнура, м;

0,012 кг/м – вес ВВ в 1 п.м ДШ.

$$L_{дш} = 6,4 \times 2 = 12,8 \text{ м}$$

$$Q_{дш} = 12,8 \times 0,012 \approx 0,154 \text{ кг}$$

В соответствии с положениями «Правил безопасности при взрывных работах», при взрывании пород V группы и ниже, расчетный радиус опасной зоны может быть уменьшен в 2 раза.

Высота уступа 2 м

$$L_{заб}/d = 1,2/0,25 = 4,8;$$

$$K_3 = 0,18;$$

$$Q_3 = 58,73 \times 0,7 \times 0,18 \times 5 \approx 37,0 \text{ кг};$$

$$r_B = 65 \times \sqrt{(37,0 + 0,154)} \approx 396,2 \text{ м}.$$

С учетом интервала замедления ( $1,2r_B$  при интервале замедления от 30 до 50 мс):

$$r_B = 396,2 \times 1,2 = 475,44 \text{ м}.$$

При отрицательной температуре воздуха радиус опасной зоны должен быть увеличен в 1,5 раза.

$$r_B = 475,44 \times 1,5 = 713,16 \text{ м}.$$

Принимаем 750,0 м.

Высота уступа 4 м

$$L_{заб}/d = 2,51/0,25 = 10,04;$$

$$K_3 = 0,02;$$

$$Q_3 = 58,73 \times 1,39 \times 0,02 \times 5 \approx 8,16 \text{ кг};$$

$$r_B = 65 \times \sqrt{(8,16 + 0,154)} \approx 187,46 \text{ м};$$

С учетом интервала замедления:

$$r_B = 187,46 \times 1,2 = 224,95 \text{ м}.$$

При отрицательной температуре воздуха радиус опасной зоны должен быть увеличен в 1,5 раза.

$$r_B = 224,95 \times 1,5 = 337,43 \text{ м}.$$

Принимаем 350,0 м.

Высота уступа 6 м

$$L_{заб}/d = 4,71/0,25 = 18,84;$$

$$K_3 = 0,0025;$$

$$Q_3 = 58,73 \times 2,09 \times 0,0025 \times 5 \approx 1,53 \text{ кг};$$

$$r_B = 65 \times \sqrt[3]{(1,53 + 0,154)^2} \approx 89,33 \text{ м};$$

С учетом интервала замедления:

$$r_B = 89,33 \times 1,2 = 107,2 \text{ м}.$$

При отрицательной температуре воздуха радиус опасной зоны должен быть увеличен в 1,5 раза.



$$r_B = 107,2 \times 1,5 = 160,8 \text{ м.}$$

Принимаем 200,0 м.

Высота уступа 8 м

$$\begin{aligned} L_{\text{заб}}/d &= 5,02/0,25 = 20,08; \\ K_3 &= 0,002; \\ Q_3 &= 58,73 \times 2,78 \times 0,002 \times 5 \approx 1,63 \text{ кг}; \\ r_B &= 65 \times \sqrt[3]{(1,63 + 0,154)^2} \approx 92,76 \text{ м}; \end{aligned}$$

С учетом интервала замедления:

$$r_B = 92,76 \times 1,2 = 111,31 \text{ м.}$$

При отрицательной температуре воздуха радиус опасной зоны должен быть увеличен в 1,5 раза.

$$r_B = 111,31 \times 1,5 = 166,97 \text{ м.}$$

Принимаем 200,0 м.

Высота уступа 10 м

$$\begin{aligned} L_{\text{заб}}/d &= 6,32/0,25 = 25,28; \\ K_3 &= 0,002; \end{aligned}$$

При высоте уступа 10 м длина заряда больше величины 12 диаметров заряда, поэтому  $Q_3$  определится по формуле:

$$Q_3 = 12 \cdot P \cdot d \cdot K_3 \cdot N, \text{ кг.}$$

$$\begin{aligned} Q_3 &= 12 \times 58,73 \times 0,25 \times 0,002 \times 5 \approx 1,76 \text{ кг}; \\ r_B &= 65 \times \sqrt[3]{(1,76 + 0,154)^2} \approx 97,18 \text{ м}; \end{aligned}$$

С учетом интервала замедления:

$$r_B = 97,18 \times 1,2 = 116,62 \text{ м.}$$

При отрицательной температуре воздуха радиус опасной зоны должен быть увеличен в 1,5 раза.

$$r_B = 116,62 \times 1,5 = 174,93 \text{ м.}$$

Принимаем 200,0 м.

Для наружных зарядов (высотой  $h_{\text{зар}}$  с засыпкой слоем грунта  $h_{\text{заб}}$ ), взрывааемых одновременно, эквивалентная масса  $Q_3$  определяется по формуле:

$$Q_3 = K_H \cdot Q, \text{ кг};$$

где  $K_H$ - коэффициент, зависящий от соотношения  $h_{\text{заб}}/h_{\text{зар}}$ , при величине засыпки равной толщине заряда  $K_H=0,5$ .

Максимальная масса одновременно взрывааемых наружных зарядов при дроблении негабаритов не превысит 60 кг.

$$Q_3 = 0,5 \cdot 60 = 30 \text{ кг}$$

$$r_B = 65 \times \sqrt{30} \approx 356 \text{ м}$$

При отрицательной температуре воздуха радиус опасной зоны должен быть увеличен в 1,5 раза.

$$r_B = 356 \times 1,5 = 534 \text{ м.}$$

Принимаем 550,0 м.

Расстояние, безопасное по действию ударной воздушной волны на человека

Расстояние, безопасное по действию на человека ударной воздушной волны наружного (накладного) заряда определяется по формуле:

$$r_c = 15 \cdot \sqrt[3]{Q}, \text{ м;}$$

$$r_c = 15 \cdot \sqrt[3]{60} = 58,72 \text{ м.}$$

Расчитанная величина используется только если по условиям работ необходимо максимальное приближение персонала, производящего взрывание к месту взрыва. В остальных случаях полученное расстояние увеличивают в 2-3 раза.

Принимаем 150,0 м.

Расстояния ( $r_c$ ), при которых сейсмические колебания грунта, вызываемые взрыванием скважинных зарядов, становятся безопасными для зданий и сооружений, определяются по формуле:

$$r_c = N^{1/6} \cdot K_r \cdot K_c \cdot a \cdot \sqrt[3]{Q}, \text{ м}$$

где  $Q$  – масса заряда одновременно взрывааемых зарядов, кг;

$K_r$  – коэффициент, зависящий от свойств грунта в основании здания (8 – в основании скальные породы нарушенные или неглубокий слой мягких пород на скальном основании);

$K_c$  – коэффициент, зависящий от типа здания (сооружения) и характера застройки (1,0, одиночные здания и сооружения производственного назначения);

$a$  – коэффициент, зависящий от условий взрывания ( $a=1$ , взрыв на рыхление);

$N$  – количество групп зарядов.

Расстояние безопасное по сейсмическому действию взрыва:

Высота уступа 2 м

$$r_c = 5^{1/6} \times 8 \times 1 \times \sqrt[3]{204,1} = 61,59 \text{ м.}$$

Принимаем 100,0 м.

Высота уступа 4 м

$$r_c = 5^{1/6} \times 8 \times 1 \times \sqrt[3]{408,2} = 77,60 \text{ м.}$$

Принимаем 100,0 м.

Высота уступа 6 м

$$r_c = 5^{1/6} \times 8 \times 1 \times \sqrt[3]{612,35} = 88,83 \text{ м.}$$

Принимаем 100,0 м.

Высота уступа 8 м

$$r_c = 5^{1/6} \times 8 \times 1 \times \sqrt[3]{816,45} = 97,77 \text{ м.}$$

Принимаем 100,0 м.

Высота уступа 10 м

$$r_c = 5^{1/6} \times 8 \times 1 \times \sqrt[3]{1020,5} = 105,32 \text{ м.}$$

Принимаем 150,0 м.

В сводном виде результаты расчетов безопасных расстояний при производстве взрывных работ приведены в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Максимальные безопасные расстояния при производстве взрывных работ

Наименование показателей		Значения, м
По действию ударной воздушной волны	на застекление	200 ÷ 750
	на человека	150
По разлету отдельных кусков породы	для людей	300
	для машин и механизмов	150
По сейсмическому воздействию		100 ÷ 150

## **7 Оборудование, машины и механизмы для вскрышных и добычных работ**

Для выполнения добычных и вскрышных работ предусматривается использование имеющегося на предприятии горного оборудования: шагающих экскаваторов ЭШ-10/70, ЭШ-11.75 и ЭШ-15.90, экскаваторов ЭКГ-8УС, ЭКГ-6,3УС, буровых станков СБШ-250МНА-32 и бульдозеров CAT D8R, CAT D9R или аналогичного оборудования.

Всего на освоение проектной мощности карьера предусматривается применение одного драглайна ЭШ-15.90 и драглайнов ЭШ-10/70 и ЭШ-11.75 или аналогичных.

Начало строительства карьера планируется с использованием одного из имеющихся драглайна ЭШ-10/70. В четвертом году вводится второй ЭШ-10/70 для отработки восточного блока. В восьмом году ЭШ-10/70 №3 списывается и взамен вводится драглайн ЭШ-15.90. В 9 девятом году вводится экскаватор ЭШ-11.75. С девятого года отработка карьера осуществляется тремя драглайнами: ЭШ-10/70, ЭШ-11.75, ЭШ-15.90 или аналогичными по двухфланговой схеме.

Для транспортировки известняка из забоев до бункеров ДСРУ принимаются используемые в настоящее время электровозы типа ЕЛ-21 и думпкары типа 2ВС-105 или аналогичного. Количество думпкаров в составе – 8.

На вспомогательных работах в экскаваторных забоях предусматривается использовать имеющиеся в наличии бульдозеры CAT D8R или аналогичные.

Буровые работы при подготовке известняка к экскавации предусматривается осуществлять имеющимися станками шарошечного бурения типа СБШ-250МНА-32 или аналогичными.

Производительность экскаваторов определена с учетом режима работы и горно-геологических условий эксплуатации на основании «Единых норм выработки на открытые горные работы для предприятий горнодобывающей промышленности». Экскавация и транспортирование (1989 г.).

Расчет производительности вскрышных и добычных экскаваторов приведен в таблицах 7.1 и 7.2. Расчет производительности выполнен на существующее горное оборудование.

Таблица 7.1 – Расчет производительности экскаваторов-драглайнов при отработке внешней вскрыши и междупластья

Наименование показателей		Ед. изм.	Показатели		
Марка экскаватора			ЭШ-10/70	ЭШ-11.75	ЭШ-15.90
Емкость ковша экскаватора		м <sup>3</sup>	10,00	11,00	15,00
Категория пород по трудности экскавации			II	II	II
Объемная масса пород по категориям		т/м <sup>3</sup>	2,00	2,00	2,00
Коэффициенты	наполнения ковша экскаватора		1,00	1,00	1,00
	разрыхления пород в ковше экскаватора		1,25	1,25	1,25
Объем породы в ковше экскаватора (в целике)		м <sup>3</sup>	8,00	8,80	12,00
Масса породы в ковше экскаватора		т	16,00	17,60	24,00
Нормативное время на цикл экскавации		с	47,10	47,10	51,70
Расчетное время на цикл экскавации		с	35,00	35,00	35,00
Количество смен работы в сутки		смен	2,00	2,00	2,00
Продолжительность смены		мин	720,00	720,00	720,00
Время на	подготовительно-заключительную работу	мин	46,50	46,50	46,50
	личные надобности	мин	15,00	15,00	15,00
	отдых	мин	30,00	30,00	30,00
Коэфф. учитывающие	климатические (местные) условия		0,97	0,97	0,97
	ведение взрывных работ в течение смены		1,00	1,00	1,00
	орошение забоя в течение смены		1,00	1,00	1,00
	угол поворота более 140 градусов		0,85	0,85	0,70
	работу на неустойчивой почве		1,00	1,00	1,00
	селективную выемку		1,00	1,00	0,90
	наличие негабарита		0,95	0,95	0,95
	верхнее черпание		0,95	0,95	0,95
повышенную влажность грунта, мерзлый грунт			0,85	0,85	0,85
Производительность экскаватора сменная расчетная		м <sup>3</sup>	4211	4632	5754
Количество дней	работы карьера в год	суток	365	365	365
	простоев экскаватора в ремонтах	суток	68	60	60
	на технологические простои	суток	90	110	105
	на холостые переходы	суток	20	20	20
	работы экскаватора в год	суток	187	175	180
Количество часов работы экскаватора в год		час	3918	3666	3771
Производительность экскаватора (принято)	сменная	м <sup>3</sup>	4200	4630	5750
	суточная	м <sup>3</sup>	8400	9264	11500
	годовая	тыс.м <sup>3</sup>	1500	1600	2000

Таблица 7.2 – Расчет производительности экскаваторов-мехлопат при погрузке известняка в железнодорожный транспорт

Наименование показателей		Ед. изм.	Показатели	
Марка экскаватора			ЭКГ-8УС	ЭКГ-6,3УС
Емкость ковша экскаватора		м <sup>3</sup>	8	6,3
Марка думпкара			2ВС-105	2ВС-105
Параметры думпкара:				
грузоподъемность		т	105,0	105,0
емкость геометрическая с «шапкой»		м <sup>3</sup>	59,7	59,7
Количество думпкаров		шт.	8	8
Категория пород по трудности экскавации			III	III
Объемная масса пород по категориям		т/м <sup>3</sup>	2,1	2,1
Коэффициенты	наполнения ковша экскаватора		0,95	0,95
	разрыхления пород в ковше экскаватора		1,35	1,35
Объем породы в ковше экскаватора (в целике)		м <sup>3</sup>	5,6	4,4
Масса породы в ковше экскаватора		т	11,8	9,3
Объем породы в думпкоре (в целике)		м <sup>3</sup>	44,2	44,2
Количество ковшей погружаемых в думпкар			8	10
Объем породы в локомотивосоставе (в целике)		м <sup>3</sup>	353,8	353,8
Масса породы в думпкоре		т	92,9	92,9
Масса породы в локомотивосоставе		т	742,9	742,9
Нормативное время на цикл экскавации		с	37,7	37,7
Время:				
на обмен составов		мин	14,7	14,7
погрузки думпкара		мин	4,9	6,3
погрузки состава		мин	39,5	50,1
Количество смен работы в сутки		смен	2	2
Продолжительность смены		мин	720	720
Время на	подготовительно-заключительную работу	мин	46,5	46,5
	личные надобности	мин	15	15
Коэфф. учитывающие	климатические (местные) условия		0,97	0,97
	ведение взрывных работ в течение смены		0,97	0,97
	изношенность (надежность) оборудования		1,0	1,0
	наличие негабарита		0,97	0,97
Производительность экскаватора сменная расчетная		м <sup>3</sup>	3924	3280
Количество дней	работы карьера в год	суток	365	365
	простоев экскаватора в ремонтах	суток	62	62
	на технологические простои	суток	90	90
	на холостые переходы	суток	20	20
	работы экскаватора в год	суток	193	193
Количество часов работы экскаватора в год		час	4329	4329
Производительность экскаватора (принято)	сменная	т	8250	6800
	суточная	т	16500	13600
	годовая	тыс.т	3180	2620

Количество основного горного оборудования по карьере и эксплуатационным участкам на освоение проектной мощности карьера приведено в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Количество основного горного оборудования на год полного освоения мощности

Наименование и тип оборудования	Количество оборудования на освоение проектной мощности карьера (9 год)
Добычные работы	
- Экскаватор ЭКГ-6,3УС	1
- Экскаватор ЭКГ-8УС	1
- Буровой станок СБШ-250МНА-32	2
- Бульдозер САТ D8R	1
Вскрышные работы	
- Драглайн ЭШ-10/70	1
- Драглайн ЭШ-11.75	1
- Драглайн ЭШ-15.90	1
- Бульдозер САТ D9R	1

Технические характеристики выемочно-погрузочного оборудования приведены в таблице 7.4.

Таблица 7.4 – Технические характеристики выемочно-погрузочного оборудования

Наименование показателей	Марка оборудования				
	ЭКГ-8УС	ЭКГ-6,3УС	ЭШ-10/70	ЭШ-11.75	ЭШ-15.90
Вместимость основного ковша, м <sup>3</sup>	8,0	6,3	10	11	15
Радиус копания наибольший, м	19,8	19,8	66,5	71,4	83,0
Высота (глубина) копания наибольшая, м	17,6	9,6	35,0	38,0	42,5
Радиус разгрузки наибольший, м	17,9	17,9	66,5	71,4	83,0
Высота разгрузки наибольшая, м	12,5	12,5	27,5	30,6	38,5
Радиус вращения хвостовой части кузова, м	7,78	7,26	15,0	15,0	19,7
Просвет под поворотной платформой, м	2,77	2,765	1,28	1,45	1,61
Тип привода	электрический	электрический	электрический	электрический	электрический
Эксплуатационная масса, т	405	380	688	840	1500

Кинематические схемы работы экскаваторов приведены в Приложении А.

Для выполнения вспомогательных работ на рабочих площадках уступов (зачистка площадок и дорог, обеспечение оптимальной формы забоя взорванной горной массы для эффективной работы экскаватора и др.) предусмотрены бульдозеры типа САТ D8R или аналогичные. Технические характеристики бульдозеров приведены в таблице 7.5.

Таблица 7.5 – Технические характеристики бульдозеров

Наименование	Ед. изм.	Значение показателей
		CAT D8R
Вместимость U-отвала	м <sup>3</sup>	11,7
Мощность двигателя номинальная	кВт (л.с)	252 (338)
Тип хода		гусеничный
Эксплуатационная масса	т	37,9

Расчет производительности и количества железнодорожного подвижного состава на технологических перевозках известняка на расчетный период приведен в разделе 10.



## 8 Общая схема работ и календарный план разработки карьера «Восточный»

Проектная мощность карьера «Восточной» по добыче известняка установлена равной 2,8 млн. т в год.

Освоение проектной мощности карьера предусмотрено в 10 году отработки карьера.

Объем вскрышных работ – 3,023 млн. м<sup>3</sup> в год.

Всего на освоение проектной мощности карьера предусматривается применение одного драглайна ЭШ-15.90 и драглайнов ЭШ-10/70 и ЭШ-11.75 или аналогичных.

Начало строительства карьера планируется с использованием одного из имеющихся драглайна ЭШ-10/70. В четвертом году вводится второй ЭШ-10/70 для отработки восточного блока. В восьмом году ЭШ-10/70 №3 списывается и взамен вводится драглайн ЭШ-15.90. В 9 девятом году вводится экскаватор ЭШ-11.75. С девятого года отработка карьера осуществляется тремя драглайнами: ЭШ-10/70, ЭШ-11.75, ЭШ-15.90 или аналогичными по двухфланговой схеме.

Годовое подвигание фронта горных работ на участке «Основной карьер» в начальный период отработки составит 100 м, далее сократиться до 80 ÷ 60 м.

Норматив готовых к выемке запасов по карьере – 120 тыс.т, что составляет 0,5 месяца его работы при годовой производительности карьера 2,8 млн.т известняка.

Принятое настоящим проектом развитие добычи известняка по периодам эксплуатации приведено в календарном плане горных работ.

Календарный план горных работ отработки 1 этапа карьера «Восточный» приведен в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Календарный план горных работ отработки 1 этапа карьера «Восточный»

Наименование показателей	Годы эксплуатации (отработка 1-го этапа)										Всего в границах ПД
	I ПК		II ПК			Основной карьер					
	1-я пятилетка					2-я пятилетка					
	1 год	2 год	3 год	4 год	5 год	6 год	7 год	8 год	9 год	10 год	
Добыча, тыс.т, геологические запасы			621,14	803,75	983,47	1661,55	1863,42	2173,98	2484,55	2898,65	13490,50
Добыча, тыс.т, эксплуатационные запасы с естественной влажностью (в т. ч. по сортам):			600,00	776,40	950,00	1605,00	1800,00	2100,00	2400,00	2800,00	13031,40
1 сорт			386,19	499,72	611,46	1033,05	1158,56	1351,65	1544,74	1802,20	8387,56
2 сорт			123,39	159,66	195,36	330,06	370,16	431,86	493,55	575,81	2679,85
3 сорт			51,68	66,88	81,83	138,25	155,05	180,89	206,73	241,19	1122,50
4 сорт			38,74	50,13	61,34	103,64	116,23	135,60	154,98	180,81	841,48
Вскрыша, тыс.м <sup>3</sup> , в т. ч.	900,00	900,00	705,99	1530,60	1580,34	2255,57	2376,44	2619,44	2805,31	3023,07	18696,75
- рыхлые породы, тыс.м <sup>3</sup>	900,00	900,00	680,00	800,00	840,00	1210,00	1390,00	1520,00	1633,26	1710,00	11583,26
- скальные породы, тыс.м <sup>3</sup>			25,99	730,60	740,34	1045,57	986,44	1099,44	1172,05	1313,07	7113,50
Горная масса, тыс.м <sup>3</sup>	900,00	900,00	991,70	1900,31	2032,72	3019,86	3233,58	3619,44	3948,16	4356,41	24902,18
Горная масса (скала), тыс.м <sup>3</sup>			311,70	1100,31	1192,72	1809,86	1843,58	2099,44	2314,91	2646,41	13318,93
Переэкскавация, тыс.м <sup>3</sup>	399,47	283,53	498,85	691,97	434,05	235,00	109,78	109,78	109,78	109,78	2982,01
Коэффициент вскрыши, м <sup>3</sup> /т			1,18	1,97	1,66	1,41	1,32	1,25	1,17	1,08	1,43
Вскрыша во внешние отвалы (в целике), тыс.м <sup>3</sup>	900,00	900,00	570,00	350,00	245,21	198,00	202,57	205,79	212,40	221,08	4005,05
Вскрыша во внутренний отвал (в целике), тыс.м <sup>3</sup>	0,00	0,00	135,99	1180,60	1335,13	2057,57	2173,87	2413,65	2592,91	2801,99	14691,70
	Основное горное оборудование										
Драглайн ЭШ-10/70	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	
Драглайн ЭШ-11.75									1	1	
Драглайн ЭШ-15.90								1	1	1	
Экскаватор ЭКГ-6,3УС			1	1	1	1	1	1	1	1	
Экскаватор ЭКГ-8УС						1	1	1	1	1	
Буровой станок СБШ-250МНА-32			1	1	1	2	2	2	2	2	
Бульдозер САТ D8R	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	

## 9 Отвальное хозяйство

Горно-геологические условия поля карьера позволяют разместить вскрышные породы, отрабатываемые по простой бестранспортной системе с использованием драглайнов, в собственном выработанном пространстве карьера.

Внутренний бестранспортный отвал формируется, в основном, на почве веневского пласта по мере подвигания рабочего борта карьера.

Породы размещаются во внутреннем отвале драглайнами ЭШ-10/70, ЭШ-11/70 и ЭШ-15/90 или аналогичным оборудованием.

Внутренний отвал, так же как и внешний, отсыпается в один ярус. Высота внутреннего отвала порядка 25 м. Угол откоса отвала – 30°. Объем вскрышных пород отсыпаемый во внутренний отвал составляет 17,63 млн.м<sup>3</sup> с учетом коэффициента остаточного разрыхления.

Внешние отвалы отсыпается на бортах карьера по усложненной бестранспортной схеме при проходке въездных и разрезных траншей. Расположены вдоль бортов траншей и бортов карьера. Максимальная высота внешних отвалов 20 м. Угол откоса отвала изменяется в зависимости от высоты от 35° до 25°. Во внешних отвалах на нерабочих бортах карьера размещается 4,8 млн.м<sup>3</sup> вскрыши в разрыхленном виде от проходки вскрывающих и опережающих траншей.

При строительстве западной опережающей траншеи вскрышные породы размещаются на участке Доработки во временном отвале вскрышных пород. После отработки Основного карьера, перед началом ведения горных работ на участке Доработки, примерно через 27 лет, породы временного отвала перемещаются во внутренний отвал по усложненной бестранспортной схеме.

Характеристика отвалов представлена в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Характеристика отвалов вскрышных пород

Наименование	Объем, тыс.м <sup>3</sup>		Высота, м	Число ярусов	Площадь, тыс.м <sup>2</sup>
	в плотном теле	в разрыхленном виде			
Отвал 1	44,50	53,4	13	1	11,13
Отвал 2	1024,95	1229,941	20	1	128,71
Отвал 3	411,41	493,687	20	1	46,51
Отвал 4	391,73	470,072	20	1	35,08
Отвал 5	1430,68	1716,811	20	1	120,95
Временный отвал	701,79	842,15	20	1	79,51
Внутренний отвал	14691,71	17630,052	25	1	877,7
Всего	18696,76	22436,11			

Календарный план отвалообразования представлен в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Календарный план отвалообразования

Годы эксплуатации	Распределение вскрыши по отвалам, тыс. м <sup>3</sup>					
	внешние отвалы		внутренний отвал		всего	
	в плотном теле	в разрыхленном виде	в плотном теле	в разрыхленном виде	в плотном теле	в разрыхленном виде
1 год	900,00	1080,00	0,00	0,00	900,00	1080,00
2 год	900,00	1080,00	0,00	0,00	900,00	1080,00
3 год	570,00	684,00	135,99	163,19	705,99	847,19
4 год	350,00	420,00	1180,60	1416,72	1530,60	1836,72
5 год	245,21	294,25	1335,13	1602,16	1580,34	1896,41
6 год	198,00	237,60	2057,57	2469,08	2255,57	2706,68
7 год	202,57	243,08	2173,87	2608,64	2376,44	2851,73
8 год	205,79	246,95	2413,65	2896,38	2619,44	3143,33
9 год	212,40	254,88	2592,91	3111,49	2805,31	3366,37
10 год	221,08	265,30	2801,99	3362,39	3023,07	3627,68
Всего	4005,05	4806,06	14691,71	<b>17630,05</b>	<b>18696,76</b>	<b>22436,11</b>

### 9.1 Инженерно-геологические условия отсыпки отвалов

Вскрышные породы размещаются в собственном выработанном пространстве карьера, а также в отвале на нерабочих бортах на расстоянии 25 м от верхней бровки вскрышного уступа – откоса траншеи.

Внешние отвалы формируются драглайном по бестранспортной схеме в процессе формирования траншеи. Внешние отвалы отсыпаются отдельными участками в один ярус на слабонаклонный рельеф с абсолютными отметками 143 ÷ 157 м. Максимальная высота составляет 20 м.

Внутренний отвал формируется также в один ярус, в основном, на почве веневского пласта по мере продвижения рабочего борта карьера. Породами основания служит оставляемый слой известняков мощностью 1 м, под которыми залегают веневские глины пылеватые. Абсолютные отметки основания отвалов составляют 124 ÷ 130 м. Высота отвала составляет не более 30 м.

Проектные параметры внешних и внутреннего отвалов приведены в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Проектные параметры отвалов

Наименование отвала	Высота отвала, м	Угол откоса
Внутренний	до 30	30°
Внешний	до 20	30°

Минимальное расстояние от отвала до верхней бровки откоса траншеи и полутраншеи составляет 25 м.

Породами основания внешних отвалов являются четвертичные отложения – пески, суглинки и супеси. Физико-механические характеристики пород основания приняты на основании данных отчётов:

- Технический отчет по результатам инженерно-геологических изысканий «ООО «ПГЛЗ» карьер «Восточный» V участка Пикалёвского месторождения известняков. Первый этап строительства», ОАО «ВологдаГИСИЗ», 2019 год;
- Технический отчёт по доизучению физико-механических характеристик массива горных пород «ООО «ПГЛЗ» карьер «Восточный» V участка Пикалёвского месторождения известняков. Первый этап строительства», ООО «ТехноТерра», 2019 год.

Прочностные характеристики отвальной массы приняты на основании данных отчёта о НИР «Экспертное заключение по максимальным параметрам устойчивых бортов, внутренних отвалов и предохранительных целиков карьера «Новый» известнякового рудника филиала «Пикалёвский глинозём» ОАО Металург» (научно-исследовательский экологический центр «Техногем», 2002 год), в ходе разработки которого были проведены лабораторные испытания отвальной смеси по схеме консолидировано-недренированного сдвига с предварительным уплотнением.

С помощью проведения «обратных» расчётов на оползневом участке, в отчёте о НИР были получены значения характеристик сопротивления сдвигу на контакте обводнённой подошвы внутреннего отвала и веневских глин.

Физико-механические свойства, использованные в расчётах устойчивости, приведены в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Физико-механические характеристики пород, использованные в расчётах устойчивости

№ ИГЭ	Наименование пород (стратиграфический индекс)	Средняя плотность, $\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>	Сцепление, С, кПа	Угол внутреннего трения, $\phi$ , град
2	Супесь пылеватая пластичная (lgIII)	20,6	10	20
3	Суглинок лёгкий пылеватый мягкопластичный (lgIII)	19,9	18	19
6	Суглинок тяжёлый мягкопластичный (lgIII)	19,3	17	19
7	Суглинок тяжёлый пылеватый полутвёрдый (lgIII)	20,1	20	20
8	Суглинок лёгкий пылеватый тугопластичный (gIII)	22,3	27	20

10	Супесь пылеватая твёрдая - элювий (eI C <sub>1</sub> t)	21,4	31	17
3*	Суглинок лёгкий пылеватый текучепластичный (gIII)	20,1	28	23
3а*	Суглинок лёгкий пылеватый текучепластичный с прослоями песка (gIII)	19,6	21	17
4*	Суглинок лёгкий песчанистые полутвёрдые (gIII)	21,9	30	25
5*	Известняки прочные весьма трещиноватые (C <sub>1</sub> t)	24,6	373	27
6*	Пески пылеватые плотные (C <sub>1</sub> t)	20,1	6	34
7*	Дресвяно-щебенистые грунты с прослоями глины и песка (C <sub>1</sub> t)	20,8	40	30
8*	Известняки прочные весьма трещиноватые (C <sub>1</sub> v)	25,1	443	29
9*	Глины лёгкие пылеватые твёрдые (C <sub>1</sub> v)	22,0	81	21
-	Отвальная масса (tIV)	19,0	28	27
-	Контакт на веневских глинах	21,0	27,5	6

Расчеты устойчивости выполнены с использованием программного комплекса Slide 2, предназначенного для определения коэффициента запаса устойчивости откосов и склонов. Сертификат соответствия программного комплекса Slide 2 требованиям нормативных документов № 0563443 приведён в приложении А. Программный комплекс Slide после введения всех исходных параметров в автоматическом режиме прогнозирует и просчитывает все возможные варианты возникновения опасных поверхностей скольжения в массиве горных пород с учетом ослабленных зон по различным расчетным методикам. Таким образом, коэффициент запаса устойчивости склона (откоса) – это минимальный из коэффициентов запаса устойчивости по всем возможным поверхностям скольжения, удовлетворяющим заданным ограничениям, заложенным в методе расчета. В зарубежной практике наибольшее распространение получили классические методы, аналогичные предложенным в утвержденных Госгортехнадзоре РФ «Правилах обеспечения устойчивости откосов на угольных месторождениях», ВНИМИ, 1998, и предусматривающие построение в массиве откоса поверхностей скольжения, вдоль которых выполняется условие предельного равновесия: Феллениуса (Fellenius), Бишопа (Bishop simplified), Янбу, обычный и модифицированный (Janbu simplified, Janbu corrected), два метода корпуса военных инженеров США (Corps of Engineers №1 и Corps of Engineers №2), Лоу-Карафиата (Love-Karafiath), Моргенштерна-Прайса (Morgenstern-Price), Спенсера (Spencer), Сарма (Sarma). Данные методы расчета устойчивости отличаются друг от друга формой учета боковых реакций между соседними блоками и рекомендациями отыскания центра

тяжести по наиболее опасной поверхности скольжения. Большинство из приведенных методов предлагается для расчета в программе Slide.

Для расчетов устойчивости бортов карьера с помощью программного комплекса Slide применены методы Янбу (Janbu corrected), Спенсера (Spencer), Моргенштерна-Прайса (Morgenstern-Price) и Сарма (Sarma), как достаточно опробованные за рубежом, а также удовлетворяющие обоим уравнениям равновесия сил и моментов.

Устойчивость откосов отвалов оценивалась по полученным при расчетах коэффициентам запаса устойчивости по наиболее напряжённой поверхности скольжения, которые должны быть выше нормативного  $n=1,2$ , при детерминированном подходе.

Выбор нормативного коэффициента запаса устойчивости  $n=1,2$  произведен в соответствии с п. 2.11 в «Методических указаниях по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов строящихся и эксплуатируемых карьеров», утвержденной Госгортехнадзором в 1972 г, ВНИМИ, 1972 г; таблицы 9.1 «Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах», утвержденных Госгортехнадзором РФ в 1998 г, ВНИМИ, 1998 г. а также согласно приложения №4 ФНиПа в области промышленной безопасности «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов».

В данной работе проведены расчёты устойчивости откоса внутреннего отвала. Как отмечалось ранее, для обеспечения устойчивости внутреннего отвала, перед его отсыпкой необходимо оставить слой известняков мощностью 1 м, который будет являться основанием отвала. Результаты расчёта устойчивости внутреннего отвала приведены на рисунке 9.1.

Также был рассчитан откос внешнего отвала. По данным инженерно-геологических изысканий, породами с наименьшими значениями сопротивления сдвигу являются суглинки лёгкие пылеватые мягкопластичные и текучепластичные ИГЭ-3а, приведённые в отчёте по доизучению физико-механических характеристик массива горных пород (ООО «ТехноТерра»), и ИГЭ-3, б, приведённые в отчёте ОАО «ВологдаТИСИЗ». Несмотря на то, что максимальная вскрытая мощность указанных слоёв суглинков составляет 5,5 м, в расчётах смоделирован наихудший случай, когда весь вскрышной уступ, являющийся основанием отвала, сложен данными суглинками.

Результаты расчётов устойчивости внешних отвалов приведены на рисунках 9.2-9.7.

В любом случае, наиболее опасным с точки зрения устойчивости является ситуация, когда откос траншеи (борта карьера) пригружен внешним отвалом. Результаты расчёта устойчивости такого случая приведены в главе 2.2 «Инженерно-геологические условия отработки запасов месторождения. Мероприятия по обеспечению устойчивости».

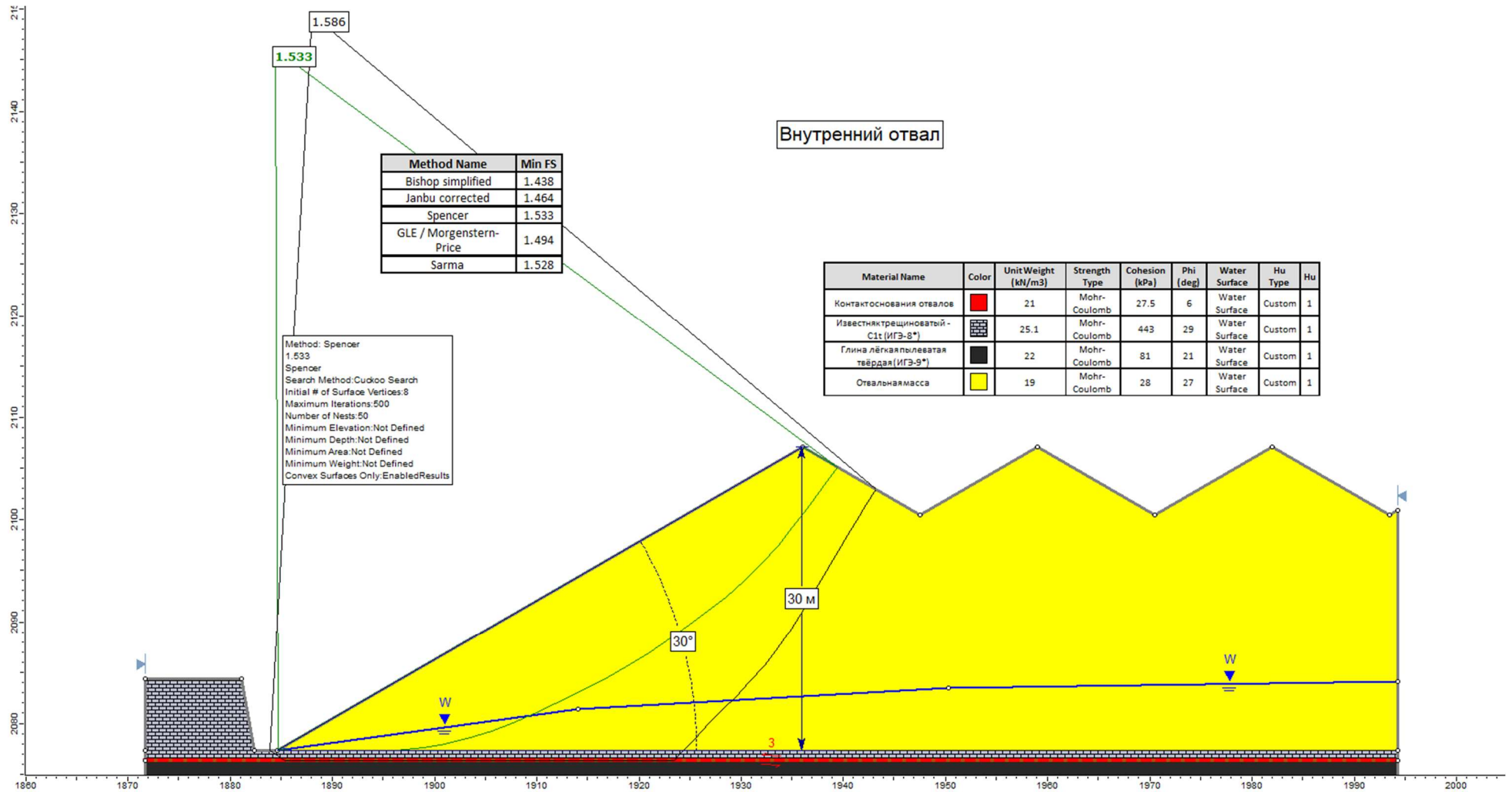


Рисунок 9.1 – Результат расчёта устойчивости внутреннего отвала



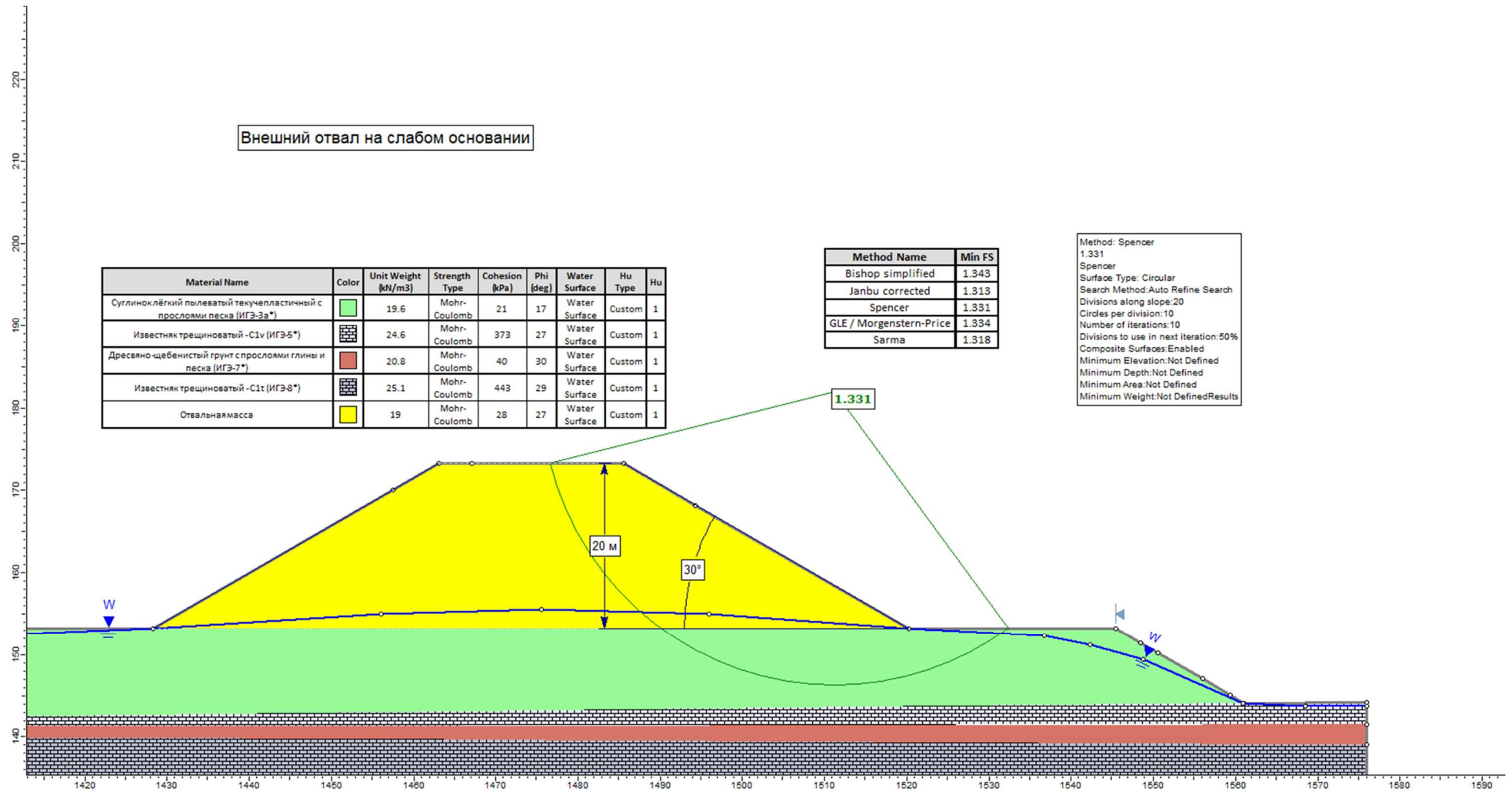


Рисунок 9.2 – Результат расчёта устойчивости внешнего отвала по круглоцилиндрической поверхности скольжения.

Основание отвала – суглинки ИГЭ-3а

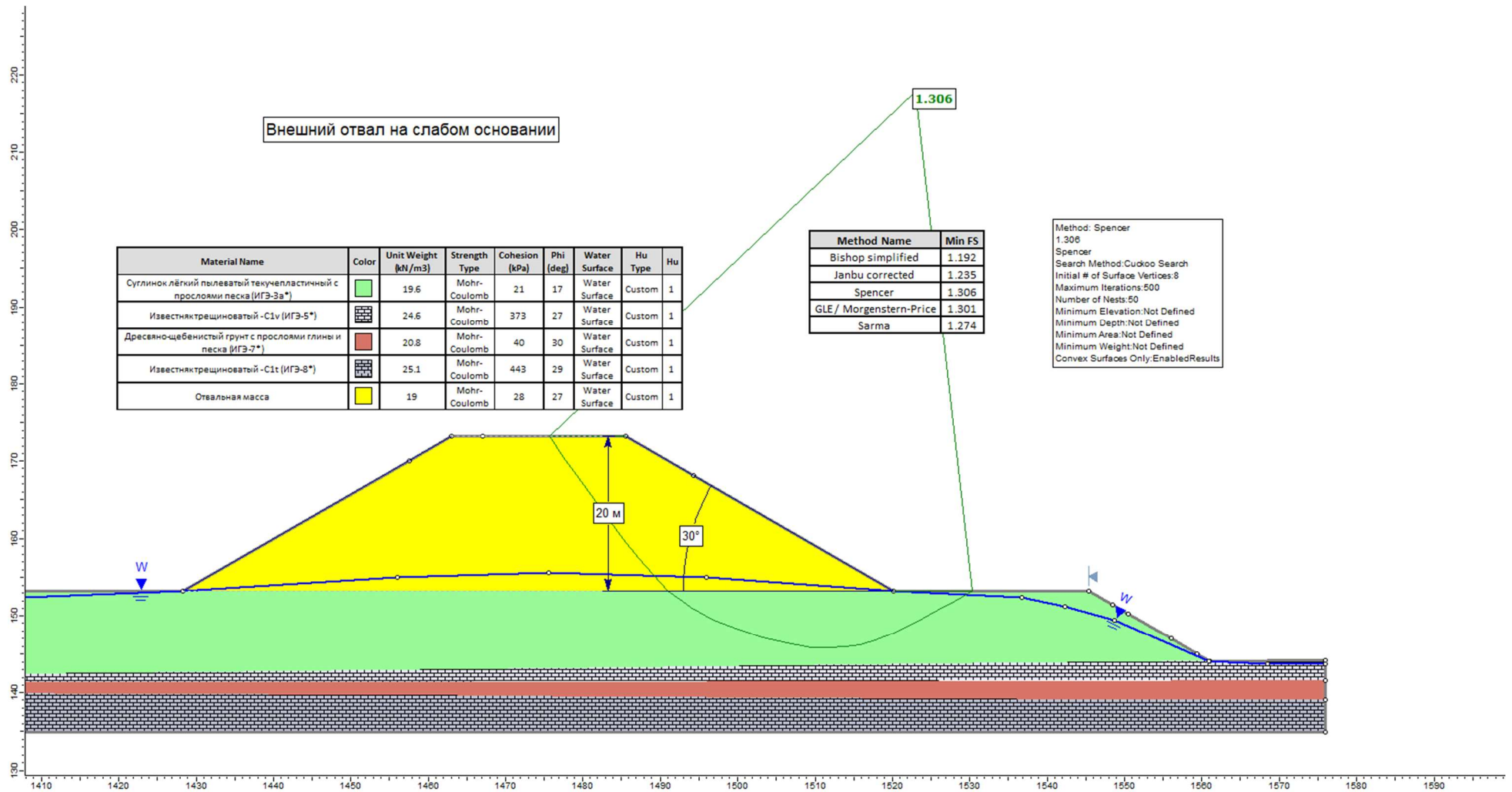


Рисунок 9.3 – Результат расчёта устойчивости внешнего отвала по комбинированной поверхности скольжения.

Основание отвала – суглинки ИГЭ-3а

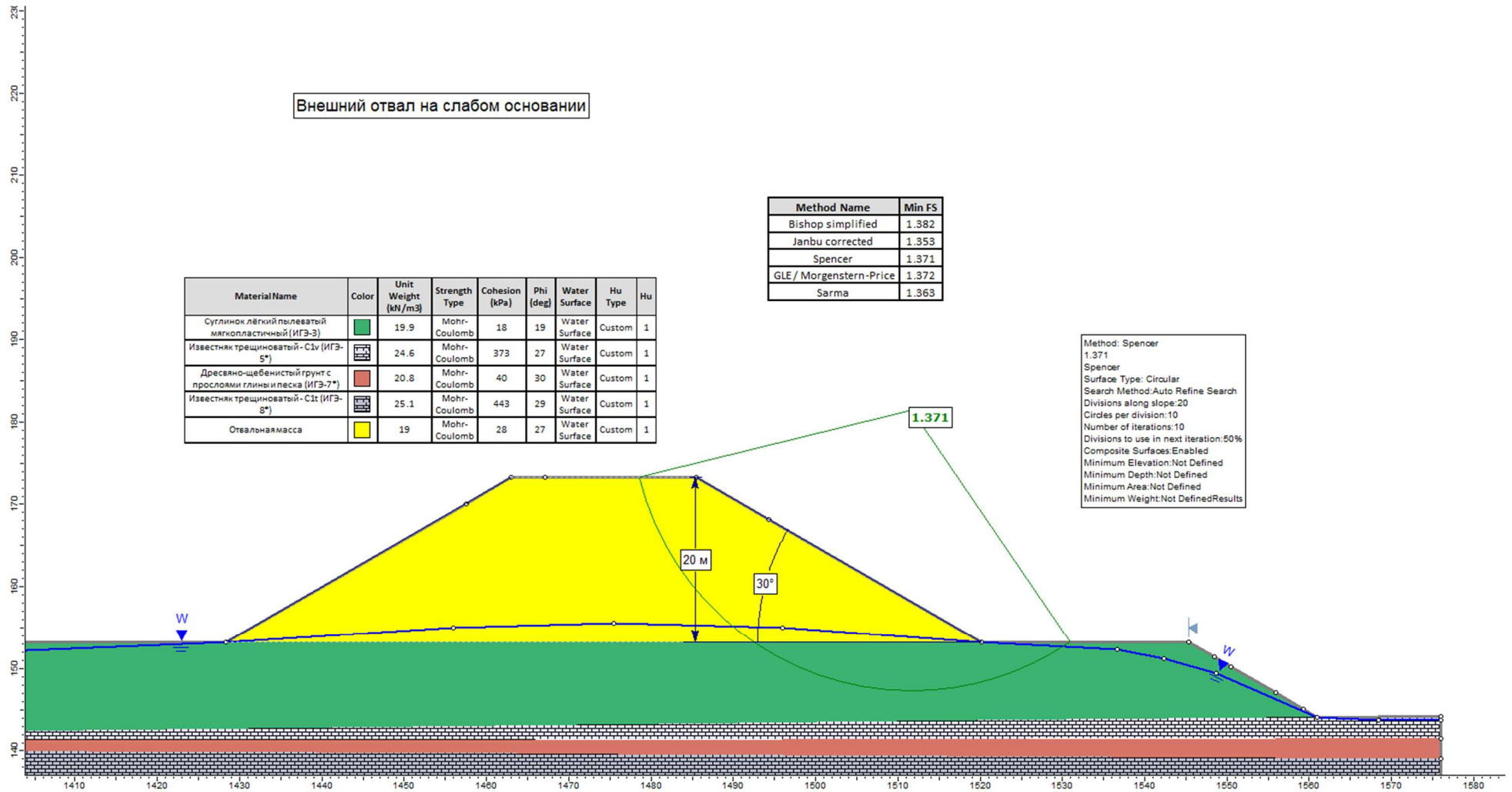


Рисунок 9.4 – Результат расчёта устойчивости внешнего отвала по круглоцилиндрической поверхности скольжения.

Основание отвала – суглинки ИГЭ-3

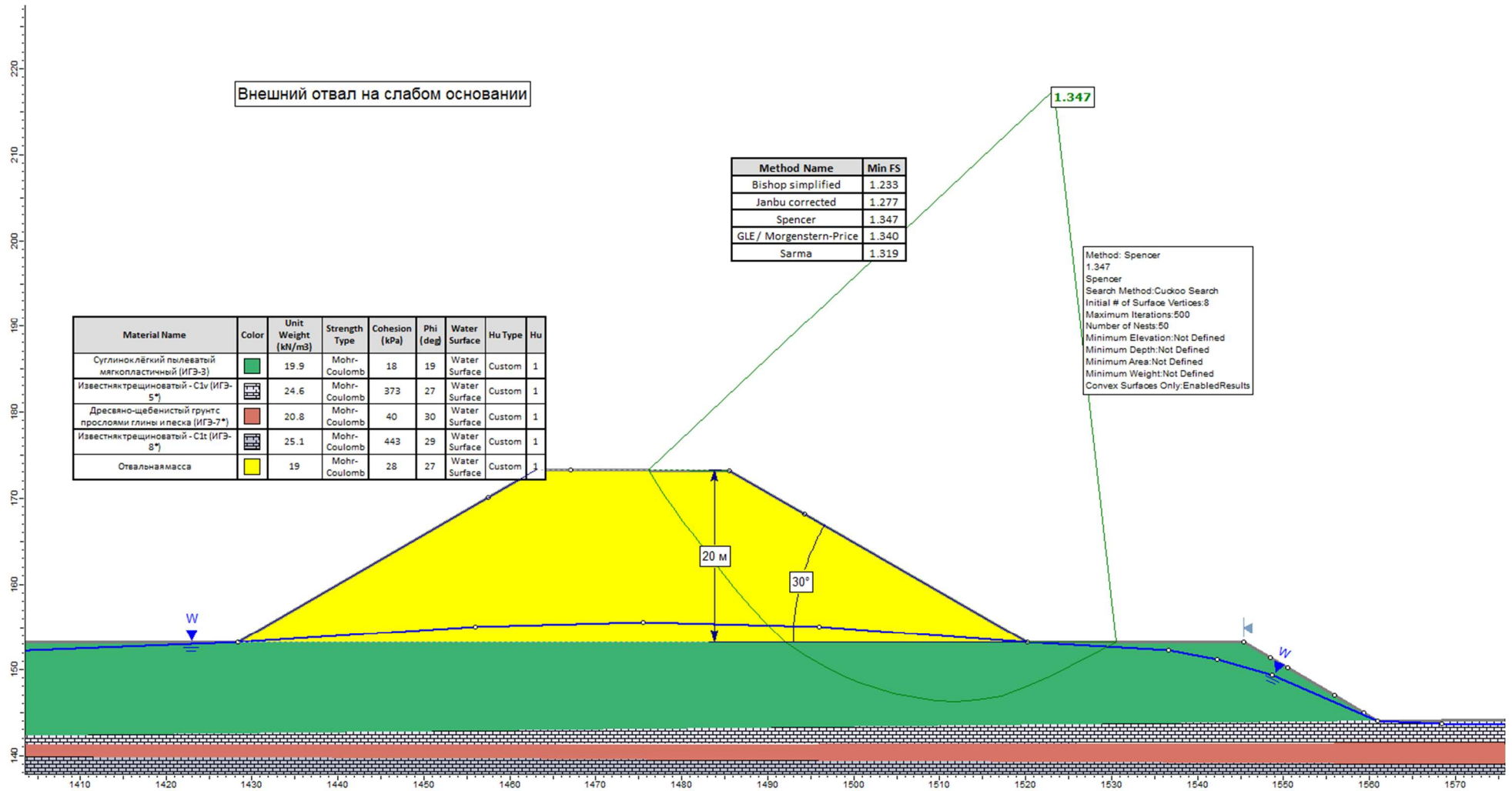


Рисунок 9.5 – Результат расчёта устойчивости внешнего отвала по комбинированной поверхности скольжения.

Основание отвала – суглинки ИГЭ-3

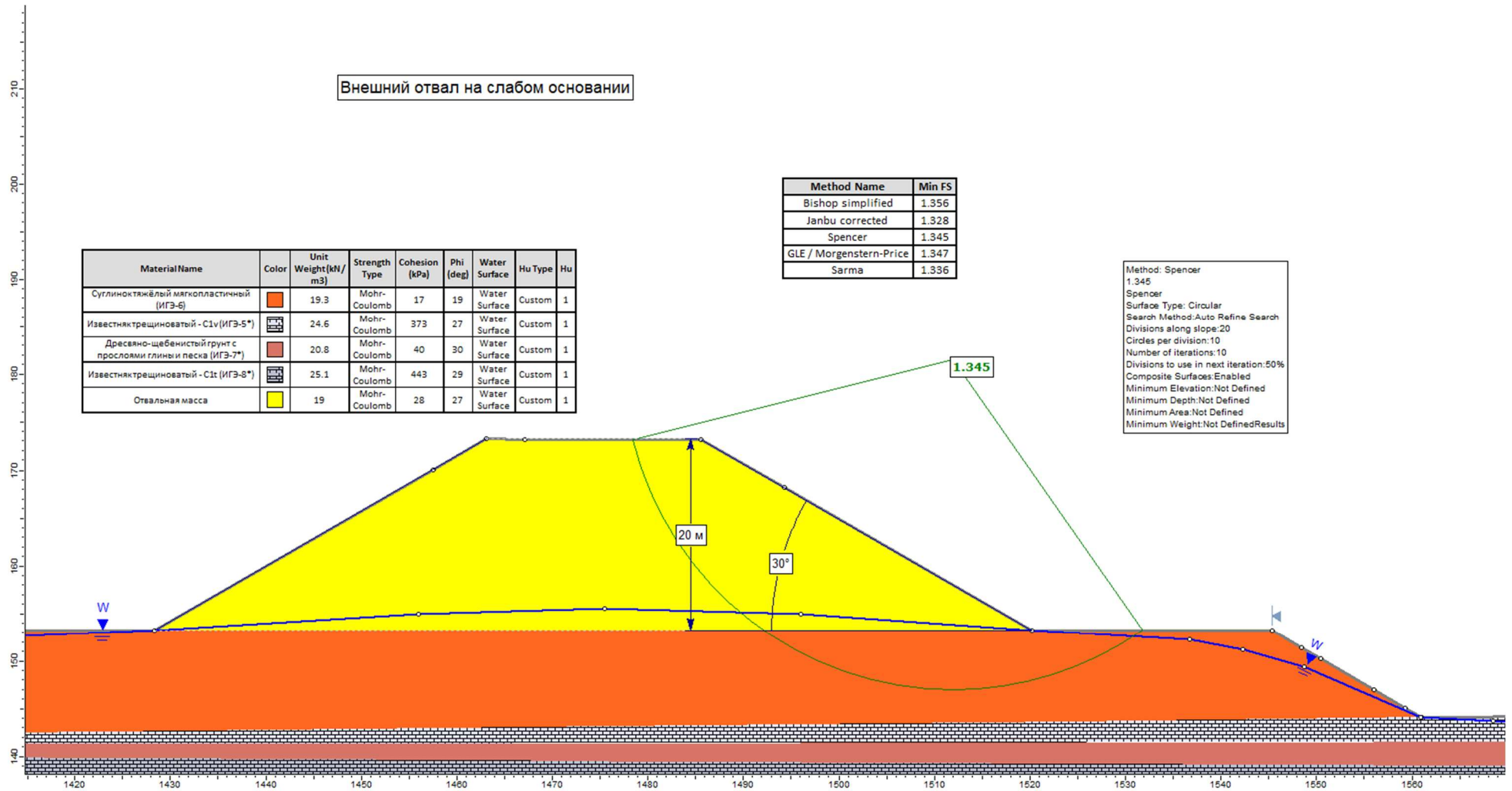


Рисунок 9.6 – Результат расчёта устойчивости внешнего отвала по круглоцилиндрической поверхности скольжения.

Основание отвала – суглинки ИГЭ-6

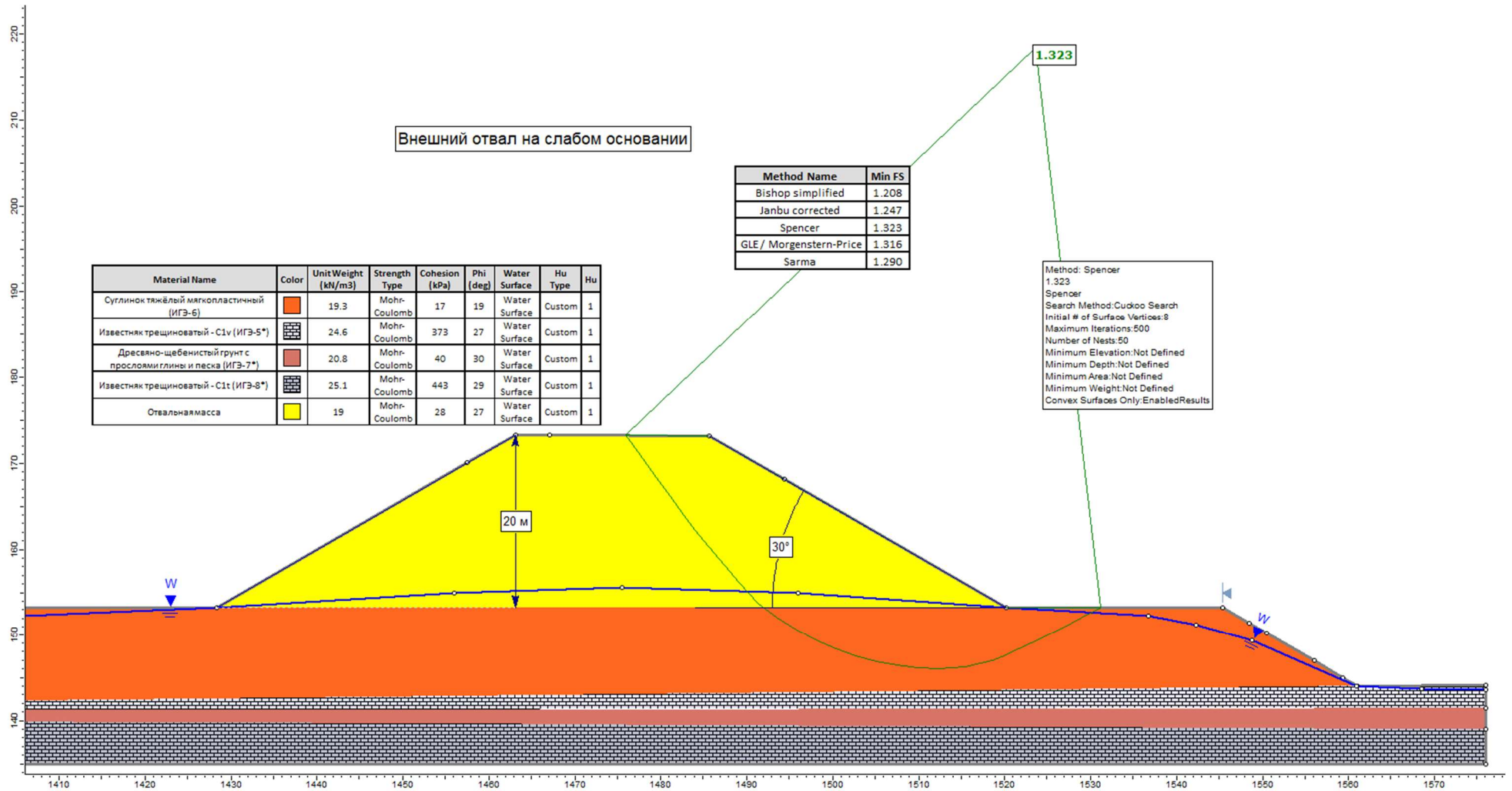


Рисунок 9.7 – Результат расчёта устойчивости внешнего отвала по комбинированной поверхности скольжения.

Основание отвала – суглинки ИГЭ-6

Расчёты устойчивости проектируемых отвалов показали, что, при принятых параметрах отсыпки, откосы отвалов находятся в устойчивом положении, необходимый запас обеспечивается, расчётный коэффициент запаса устойчивости превышает нормативный.

На основании опыта отработки и эксплуатации IV участка Пикалевского месторождения известняков при эксплуатации проектируемого карьера, возможно возникновение оползневых процессов на склонах отвалов в пределах выработанного пространства карьера и вскрышных уступов. Оползневые явления могут наблюдаться в весенне-осенний период при условии избыточного увлажнения пород, складываемых в отвалы. С целью предотвращения образования оползневых явлений проектной документацией предусматривается устройство дренажных канав по всему периметру карьера, перехватывающих поверхностный сток с тела внешних отвалов.

Основными мероприятиями для безопасного ведения работ по отсыпке отвалов вскрышных пород являются:

- При возникновении оползневых процессов должно быть предусмотрено прохождение дренажных канав в основании отвала, с целью предотвращения избыточного увлажнения пород отвальной массы.
- Дренаж внешних отвалов связан с организацией стока талых и атмосферных вод путем планировки поверхности отвала и мелиорации его основания. Для этих целей до начала отсыпки отвалов предусматривается сооружение сети дренажных канав с обратной засыпкой гравием из доломитизированных известняков.
- Проектные параметры отвалов выбраны при условии обеспечения оптимальных углов откосов внутренних и внешних отвалов, а также их высоты. В результате многолетних наблюдений за отвалами карьеров-аналогов Пикалевского месторождения известняков (в том числе карьер «Новый» и карьер «Западный»), углы откосов отвалов не должны превышать  $30^\circ$ , а их высота не должна превышать 20 м.
- Для предотвращения возможного пучения глинистых пород веневского горизонта проектной документацией предусматривается оставление целика некондиционных известняков, залегающих в подошве продуктивной толщи.

В период отсыпки и стояния отвалов должны вестись постоянные визуальные маркшейдерские наблюдения за состоянием устойчивости отвалов и развитием выявленных деформаций с целью установления границ распространения и вида деформаций. В случае возникно-

вения деформаций откосов отвалов возможна организация пригрузки локальных участков основания отвала гравийным материалом. Параметры пригрузки определяются в процессе эксплуатации.



## **10 Карьерный транспорт**

### **10.1 Транспортная система**

ООО «ПГЛЗ» является действующим предприятием с развитой инфраструктурой. Отработка полезного ископаемого осуществляется открытым способом с использованием электрифицированного железнодорожного транспорта. Известняк из действующих карьеров железнодорожным составом, состоящим из электровоза ЕЛ-21 и думпкаров 2ВС-105 грузоподъемностью 105 т, доставляется для дробления на дробильно-сортировочную фабрику (ДСФ). После всех стадий дробления известняк грузится в железнодорожные полувагоны и отправляется внешним потребителям. На железные дороги ОАО «РЖД» составы с известняком поступают через станции «Фабричная», «Пикалево – I» и «Пикалево – II».

Отработку нового карьера «Восточный» предполагается осуществлять по аналогичной системе. Вскрышные работы на карьере ведутся открытым способом по бестранспортной системе с применением драглайнов и размещением вскрышных пород в собственном выработанном пространстве. Отработка полезного ископаемого осуществляется с помощью железнодорожного транспорта. Известняк по забойным путям из карьера «Восточный» железнодорожным транспортом через существующие железнодорожные станции необщего пользования «Прикарьерная», «Карьерная» доставляется к приемным бункерам ДСФ. Для вскрытия карьера «Восточный», а также связи его с внешней инфраструктурой запроектированы два подъездных железнодорожных пути, внутриплощадочные и межплощадочные автомобильные дороги. Более подробно транспортная система на поверхности описана в томе 2 «Схема планировочной организации земельного участка» 05-02-0101-4212-1-ПЗУ.

### **10.2 Железнодорожный транспорт**

#### **10.2.1 Тип подвижного состава, руководящий уклон железнодорожных путей и масса поезда**

Карьер «Восточный» вскрывается двумя капитальными траншеями – восточной и западной. Руководящий уклон принят 16‰. Для осуществления перевозок известняка карьера «Восточный» предполагается использовать тот же состав. Фактический парк собственных вагонов и локомотивов ООО «ПГЛЗ» составляет: 8 - электровозов ЕЛ-21, 47 – думпкаров 2ВС-105, 67 – думпкаров ВС-66 и 20 - думпкаров 7ВС-60.

Основные технические характеристики используемого технологического железнодорожного транспорта приведены в таблице 10.1. Выбранное оборудование в процессе эксплуатации может быть заменено на другое, имеющее аналогичные технические характеристики и аттестованное для использования на территории Российской Федерации.

Таблица 10.1 – Технические характеристики принятого оборудования

Наименование	Технические характеристики
Электровоз ЕЛ-21	Электровоз постоянного тока. Номинальное напряжение на токоприёмнике 1,5 кВ. Сила тяги при трогании с места 48000 кгс. Касательная сила тяги 34500 кгс. Длина электровоза по осям автосцепки – 21,32 м. Сцепной вес – 160 т. Минимальный радиус кривой - 80 м. Нагрузка от оси на рельсы – 26,7 тс
Вагон-самосвал 2ВС-105	Думпкара грузоподъемностью 105 т. Ёмкость кузова – 48,5 м <sup>3</sup> . Собственный вес думпкара - 46,5 т. Длина вагона по осям сцепления автосцепок – 15 м. Минимальный радиус кривой – 80 м. Нагрузка от оси на рельсы – 25,3 тс
Вагон-самосвал 7ВС-60	Думпкара грузоподъемностью 60 т. Ёмкость кузова – 26,1 м <sup>3</sup> . Собственный вес думпкара – 29 т. Длина вагона по осям сцепления автосцепок – 11,7 м. Минимальный радиус кривой – 80 м. Нагрузка от оси на рельсы – 22,3 тс

Определение веса поезда и количества вагонов в составе для транспортировки известняка электровозной тягой приведено в таблице 10.2.

Таблица 10.2 – Определение веса поезда и количества вагонов в составе

Наименование показателей	Ед.изм.	Значение
Сцепной вес электровоза ЕЛ-21	т	160
Касательная сила тяги при трогании с места	кгс	48000
Касательная сила тяги	кгс	34500
Собственный вес думпкара 2ВС-105	т	46,5
Собственный вес думпкара 7ВС-60	т	29,0
Полезный вес руды в думпкаре	т	90,5
Вес думпкара брутто	т	137,0
Основное удельное сопротивление движению поезда	кгс/т	4,3
Максимальный уклон	%	1,6
Расчетное количество вагонов в составе	шт.	8
Принятое количество вагонов в унифицированном составе	шт.	10
Масса состава брутто по расчету	т	1160
Принятая масса состава нетто	т	724
Принятая масса состава брутто	т	1154
Принятая масса поезда брутто	т	1314

### 10.2.2 Объемы перевозок и парк оборудования

Парк железнодорожного подвижного состава определен по методике «Норм технологического проектирования». Режим работы транспорта соответствует режиму работы карьера (365 дней в 2 смены по 12 часов). Результаты расчетов, характеризующие динамику изменения объемов перевозок, расстояния транспортирования и парка подвижного состава на рассматриваемые годы приведены в таблице 10.3.

Таблица 10.3 – Показатели работы технологического железнодорожного транспорта

Наименование показателей	Годы эксплуатации (отработка 1-го этапа)									
	I ПК		II ПК			Основной карьер				
	1-я пятилетка					2-я пятилетка				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Годовой объем перевозок, млн.т			0,6	0,78	0,95	1,61	1,8	2,1	2,4	2,8
Расстояние транспортирования, км			14,0	14,7	14,8	14,9	14,9	15,0	15,0	15,1
Рабочий парк локомотивов EL21, шт			1	1	1	1	1	2	2	2
Инвентарный парк локомотивов EL21, шт			1	1	1	1	2	2	2	2
Рабочий парк 2ВС-105, шт			2,6	3,4	4,2	6,9	7,7	9,0	10,3	12,1
Рабочий парк думпкаров 2ВС-105, шт			8	8	8	8	8	16	16	16
Инвентарный парк 2ВС-105, шт			8	8	8	8	9	16	16	16
Грузовая работа, млн ткм			8,4	11,4	14,1	23,9	26,8	31,5	36,0	42,3

Как видно из таблицы, при достижении в 10 году производительности карьера «Восточный» 2,8 млн.т известняка в год потребуются 2 железнодорожных состава. Дополнительного приобретения электровозов и думпкаров проектом не предусматривается, поскольку карьер «Восточный» проектируется на восполнение выбывающих мощностей карьеров «Новый» и «Западный», существующий парк 8 электровозов ЕЛ-21.

### 10.2.3 Схема путевого развития

Вскрытие карьера «Восточный» предусматривается двумя участками: «Основной карьер», и «Доработки». Строительство участка «Основной карьер» планируется начать в 0 году. Вскрытие участка осуществляется проходкой западной и восточной фланговых выездных траншеей внешнего заложения. Строительство выездных траншей выполняется по бестранспортной технологической схеме с применением драглайнов ЭШ–10/70 и ЭШ–11/70. Во 2 году на поверхности от существующего железнодорожного пути, идущего в северную траншею карьера «Западный», начинается строительство нового подъездного железнодорожного пути к западной траншее карьера «Восточный», в 4 году - к восточной траншее. В каждой выездной траншее укладывается по одному пути, на добычные горизонты строятся забойные пути. С 3 года (1-й пусковой комплекс) по забойным путям известняк с участка «Основной карьер» железнодорожным транспортом доставляется для дробления на ДСФ. В 7 году (2-й пусковой комплекс) объем перевозок известняка достигает 1,8 млн.т. в год. Схема железнодорожных путей в карьере на 2, 4, 5 и 10 годы приведена на листах 2-5 05-02-0101-4112-1-ИОС7.2.2.

### 10.2.4 Пропускная способность путевой схемы

Расчет пропускной способности выполнен в соответствии с «Временной инструкцией по расчету пропускной способности и провозной способности путевых схем на карьерах» (Гипроруда, 1984 год), утвержденной МЧМ СССР.

В проекте рассмотрена работа всех элементов транспортной схемы – станций, перегонов и забойных путей с учетом доработки Западного карьера. Расчет пропускной способности основных транспортных узлов представлен в таблице 10.4.

Таблица 10.4 – Расчет пропускной способности

Наименование	Годовой объем перевозок, т	Общее время занятия пути, мин	Длина, км	Кол-во путей, шт.	Расчетная пропускная способность пути, пар/сутки	Требуемая пропускная способность пути, пар/сутки
Однопутный перегон станция «Карьерная» – станция «Прикарьерная»	3,8	16	7,9	1	36	16
Однопутный перегон от станции «Прикарьерной» до Западной траншеи	3,8	12	1,9	1	96	16
Забойный путь участок «Основной карьер»	1,4	85	4,2	1	12	6

Как видно из таблицы пропускной способности достаточно, дополнительного путевого развития не требуется.

### 10.2.5 Основные параметры проектируемых железнодорожных путей в карьере

Железнодорожные пути в карьере запроектированы в соответствии со СП 37.13330.2012 «СНиП 2.05.07-91 Актуализированная редакция «Промышленный транспорт» и с учетом требований «Правил безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых».

Для транспортировки известняка предусматривается использовать железнодорожный состав, состоящий из электровоза ЕЛ-21 (сцепной вес 160 т), 8 думпкаров 2ВС-105 грузоподъемностью 105 т и двух думпкаров прикрытия 7ВС-60. Полезная длина путей назначена, исходя из наибольшей длины состава, и принята равной 200 м.

Для обеспечения перевозок в карьере предусматривается строительство постоянных и передвижных железнодорожных путей. Максимальный годовой объем перевозок известняка по восточной и западной траншеям составляет 2,8 млн. т в 10 году. Согласно СП 37.13330.2012

«СНиП 2.05.07-91 Актуализированная редакция «Промышленный транспорт» постоянные железнодорожные пути в траншеях отнесены к II-п категории (3-25 млн.т брутто в год).

Величина руководящего уклона железнодорожных путей составляет 16‰. Минимальный радиус кривой в плане принят 200 м. Радиус вертикальных кривых при сопряжении прямолинейных участков продольного профиля – 2000 м. Ширина однопутного земляного полотна с открытым балластным слоем на прямых участках пути составляет 5,8 м. Для примыкания железнодорожных путей применяются стрелочные переводы с крестовиной марок 1/9. Тип верхнего строения железнодорожных путей представлен в таблице 10.5.

Таблица 10.5 – Конструкция верхнего строения железнодорожных путей

Наименование железнодорожных путей	Тип рельсов	Тип шпал и их количество на 1км пути, шт.	Толщина балластного слоя под шпалой, см
Постоянные пути в карьере II-п категории	P-65	деревянные, тип II-A, 1600	однослойный щебень 35
Передвижные пути в карьере на неустойчивом основании	P-65	деревянные, тип II-A, 1840	однослойный щебень 25

### 10.2.6 Переукладка и содержание железнодорожных путей

Объем работ по переукладке железнодорожных путей определен, исходя из годового объема добычных работ. Объем переукладки железнодорожных путей в карьере в рассматриваемый период и объем щебня, необходимый для осуществления этих работ, представлен в таблице 10.6. В качестве балласта для передвижных путей используются местные материалы – щебень из доломитизированного известняка.

Таблица 10.6 – Объем переукладки и щебня

Наименование	Всего	Годы								
		1, 2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем переукладки, км	35,7	0,0	0,0	1,6	2,1	2,6	4,4	4,9	5,8	6,6
Объем щебня, тыс. м <sup>3</sup>	49,5	1,1	1,1	2,9	3,4	3,9	5,8	6,4	7,3	8,2

Для переукладки и текущего содержания железнодорожных путей используется существующий парк путевых машин и механизмов, представленный в таблице 10.7.

Таблица 10.7 – Парк путевых машин и механизмов

<b>Наименование</b>	<b>Количество, шт.</b>
Кран железнодорожный КЖ-561	2
Автомотриса АДМ-1	1
Автомотриса НРВ-1	1
Автомотриса Н2С-1	1
Автомотриса Д2КУ	1
Путерихтовочная машина ПРМ-3	1
Путерихтовочная машина МСШУ-5	1

## 11 Защита карьерного поля от поверхностных вод

На пути ведения открытых горных работ по отработке карьера имеются пониженные участки рельефа, в которые собираются поверхностные воды, так же по территории отработки протекают сезонные притоки ручья Пяльский. До начала отработки карьера, для снижения нагрузки на карьерный водоотлив необходимо выполнить комплекс мероприятий для отвода поверхностных вод с территории попадающей по отработку карьером.

Таблица 11.1 – Перечень сооружений для защиты карьера от поверхностных вод

Наименование сооружения/мероприятий	Период строительства	Год отработки карьера, до которого необходимо строительство сооружения/мероприятий
Сеть дренажных каналов	До начала отработки карьера	0 год
Руслоотводной канал ручья Пяльский	До начала отработки карьера	0 год
Руслоотводной канал правого притока №1 ручья Пяльский	До начала отработки карьера	0 год
Расчистка русла правого притока №1 ручья Пяльский	До начала отработки карьера	0 год
Руслоотводной канал правого притока №2 ручья Пяльский	2 год отработки карьера	4 год
Руслоотводной канал правого притока №2 ручья Пяльский	4 год отработки карьера	5 год

### 11.1 Мероприятия по отведению поверхностных вод с пониженных участков рельефа

В качестве основных мероприятий предусматривается устройство сети открытых дренажных каналов для отвода в самотечном режиме к очистным сооружениям с участка пониженного рельефа накопленных поверхностных вод, а также для предотвращения их дальнейшего накопления на участках, попадающих под отработку карьером. Срок работы открытых дренажных каналов составляет 1-2 года. План расположения дренажных каналов см. 05-02-0101-4112- ИОС 7.2.2 л. 9 ÷ 12.

Комплекс мероприятий включает в себя:

- Организацию временных подъездных дорог к пониженным участкам рельефа подверженным накоплению поверхностных вод;
- Устройство магистрального дренажного канала для отвода поверхностных вод с участка к очистным сооружениям;

- Устройство дренажных каналов, предназначенных для сбора и отвода поверхностных вод в магистральный дренажный канал с территории участков пониженного рельефа;
- Организация пропуска вод под автомобильной дорогой.

На основании топографических материалов инженерных изысканий определена территория подверженная накоплению поверхностных вод  $S=159\,343,4\text{ м}^2$ , а также максимальный объем поверхностной воды  $V=11\,000\text{ м}^3$ , необходимый к отводу с территории попадающей под отработку карьером. Максимальный расход магистрального дренажного канала принят  $Q=2000\text{ м}^3/\text{ч}$ , из учета производительности очистных сооружений.

В комплекс сооружений по отводу поверхностных вод с пониженных участков рельефа входят:

- Магистральный дренажный канал (МК);
- Дренажные каналы №1-8 (ДК1-8).

Геометрические параметры поперечного сечения каналов приняты из условия пропуска максимальных расходов при скоростях не более  $0,27-0,47\text{ м/с}$ , что соответствует неразмывающим скоростям для среднего песка с размером частиц  $0,25-1,0\text{ мм}$  при глубине потока  $0,4\text{ м}$ .

Габариты и параметры водоотводных каналов определены по гидравлическим расчетам по методике, приведенной в главе VII «Руководства по гидравлическим расчетам малых искусственных сооружений и русел» 3-е издание (исправленное и переработанное) «ГИПРОТРАНСТЭИ» МПС.

По указанной методике по принимаемым в гидравлических расчетах данным: заложению откосов, коэффициенту шероховатости, уклону, определяются методом приближения основные размеры водного потока и канавы.

В гидравлических расчетах по определению основных параметров водоотводящей канавы последовательно выполняются следующие действия:

- 1) Назначается ширина по дну канавы;
- 2) Определяется расходная характеристика по формуле 1.1:

$$K = \frac{Q}{\sqrt{i}} \quad (1.1)$$



В первом приближении назначается глубина водного потока, вычисляются площадь «живого сечения», смоченный периметр, гидравлический радиус, коэффициент Шези, определяется расходная характеристика по формуле 1.2 и сравнивается с величиной, полученной по п.2 гидравлических расчетов

$$K = wC\sqrt{R} \quad (1.2)$$

- 3) Задаваясь глубиной водного потока повторяются вычисления по п.3 гидравлических расчетов до получения расходной характеристики близкой по значению величины, определенной по формуле 1.1;
- 4) Определяется средняя скорость водного потока по формуле 1.3;

$$v = \frac{Q}{w} = C\sqrt{Ri} \quad (1.3)$$

- 5) Полученные по п.5 скорости водного потока сравниваются со средними неразмывающими скоростями течения воды в грунтах, слагающими борта и дно канавы, с допустимыми минимальными скоростями движения сточных вод;
- 6) В случае превышения скорости потока над средними неразмывающими скоростями для грунтов, слагающих борта и дно канавы, выполняется крепление канавы. Неразмывающие скорости материала крепления должны быть больше средних скоростей водного потока.

Проектными решениями по результатам инженерных изысканий и гидравлических расчетов по магистральному каналу принято:

Длина канала 770,7 м и шириной по дну 0,5 м, трапециевидальное сечение с заложением откосов  $m=1,5$ , с уклоном дна канала равным 0,004, средняя скорость водного потока 0,484 м/с, максимальный расход воды 870 м<sup>3</sup>/час, максимальная глубина водного потока не более 0,45 м, дно канала в начале участка находится на отметке 153,00 м, в конце участка – 149,92 м. Глубина магистрального дренажного канала переменная с учетом переменного рельефа, но не менее  $h=0,7$  м;

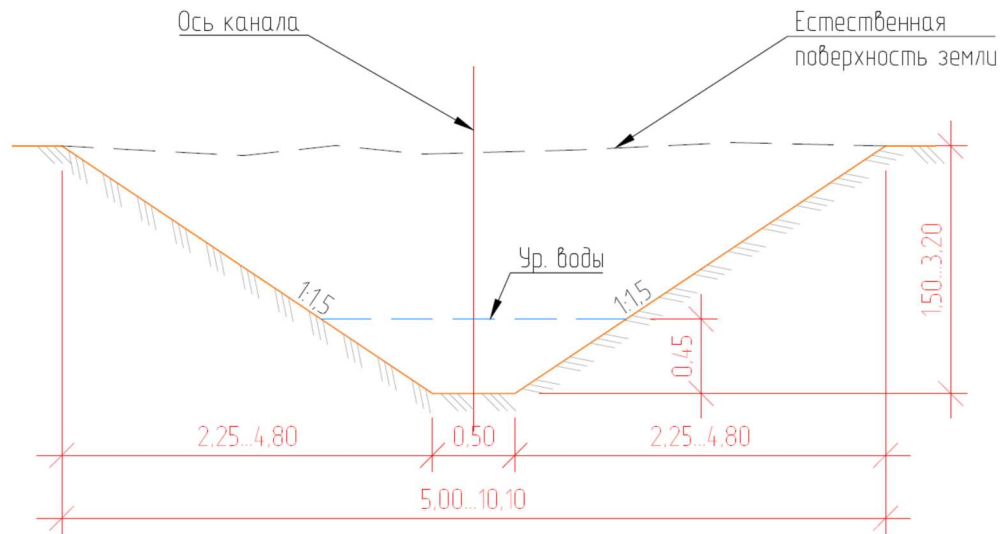
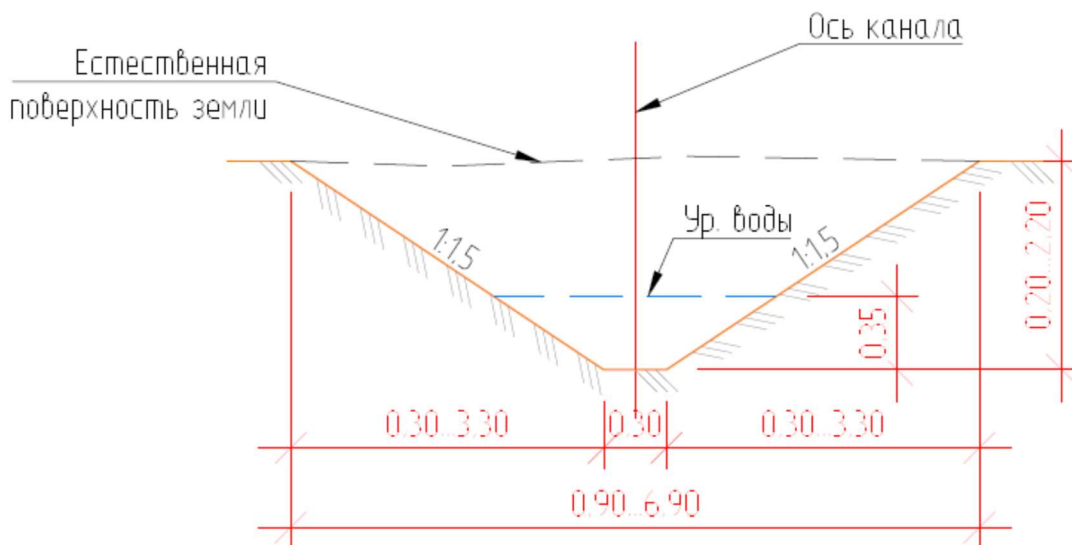


Рисунок 11.1 – Типовое сечение магистрального дренажного канала

Проектными решениями по результатам инженерных изысканий и гидравлических расчетов по дренажному каналу К1 принято:

- Длина канала 200,78 м и шириной по дну 0,3 м, трапецидальное сечение с заложением откосов  $m=1,5$ , с уклоном дна канала равным 0,005, средняя скорость водного потока 0,436 м/с, максимальный расход воды 466,7 м<sup>3</sup>/час, максимальная глубина водного потока не более 0,357 м, дно канала в начале участка находится на отметке 152,46 м, в конце участка – 151,46 м. Глубина магистрального канала переменная с учетом переменного рельефа, но не менее  $h=0,7$  м;



Рису-

нок 11.2 – Типовое сечение дренажных каналов №1-5

Проектными решениями по результатам инженерных изысканий и гидравлических расчетов по дренажному каналу К2 принято:

- длина канала 221,68 м и шириной по дну 0,3 м, трапецидальное сечение с заложением откосов  $m=1,5$ , с уклоном дна канала равным 0,0045, средняя скорость водного потока 0,413 м/с, максимальный расход воды 442,8 м<sup>3</sup>/час, максимальная глубина водного потока не более 0,357 м, дно канала в начале участка находится на отметке 152,46 м, в конце участка – 151,46 м. Глубина магистрального канала переменная с учетом переменного рельефа, но не менее  $h=0,7$  м;

Проектными решениями по результатам инженерных изысканий и гидравлических расчетов по дренажному каналу К3 принято:

- Длина канала 236,00 м и шириной по дну 0,3 м, трапецидальное сечение с заложением откосов  $m=1,5$ , с уклоном дна канала равным 0,005, средняя скорость водного потока 0,436 м/с, максимальный расход воды 466,8 м<sup>3</sup>/час, максимальная глубина водного потока не более 0,357 м, дно канала в начале участка находится на отметке 153,06 м, в конце участка – 151,88 м. Глубина магистрального канала переменная с учетом переменного рельефа, но не менее  $h=0,7$  м;

Проектными решениями по результатам инженерных изысканий и гидравлических расчетов по дренажному каналу К4 принято:

- Длина канала 215,57 м и шириной по дну 0,3 м, трапецидальное сечение с заложением откосов  $m=1,5$ , с уклоном дна канала равным 0,003, средняя скорость водного потока 0,337 м/с, максимальный расход воды 361,5 м<sup>3</sup>/час, максимальная глубина водного потока не более 0,357 м, дно канала в начале участка находится на отметке 152,53 м, в конце участка – 151,88 м. Глубина магистрального канала переменная с учетом переменного рельефа, но не менее  $h=0,7$  м;

Проектными решениями по результатам инженерных изысканий и гидравлических расчетов по дренажному каналу К5 принято:

- Длина канала 256,92 м и шириной по дну 0,3 м, трапецидальное сечение с заложением откосов  $m=1,5$ , с уклоном дна канала равным 0,004, средняя скорость водного потока 0,390 м/с, максимальный расход воды 417,5 м<sup>3</sup>/час, максимальная глубина водного потока не более 0,357 м, дно канала в начале участка находится на отметке 153,31 м, в конце участка – 152,31 м. Глубина магистрального канала переменная с учетом переменного рельефа, но не менее  $h=0,7$  м;

Проектными решениями по результатам инженерных изысканий и гидравлических расчетов по дренажному каналу К6 принято:

- Длина канала 209,47 м и шириной по дну 0,3 м, трапецидальное сечение с заложением откосов  $m=1,5$ , с уклоном дна канала равным 0,003, средняя скорость водного потока 0,390 м/с, максимальный расход воды 361,5 м<sup>3</sup>/час, максимальная глубина водного потока не более 0,357 м, дно канала в начале участка находится на отметке 152,91 м, в конце участка – 152,31 м. Глубина магистрального канала переменная с учетом переменного рельефа, но не менее  $h=0,7$  м;

Проектными решениями по результатам инженерных изысканий и гидравлических расчетов по дренажному каналу К7 принято:

- Длина канала 203,37 м и шириной по дну 0,3 м, трапецидальное сечение с заложением откосов  $m=1,5$ , с уклоном дна канала равным 0,004, средняя скорость водного потока 0,390 м/с, максимальный расход воды 417,5 м<sup>3</sup>/час, максимальная глубина водного потока не более 0,357 м, дно канала в начале участка находится на отметке 152,91 м, в конце участка – 152,31 м. Глубина магистрального канала переменная с учетом переменного рельефа, но не менее  $h=0,7$  м;

Проектными решениями по результатам инженерных изысканий и гидравлических расчетов по дренажному каналу К8 принято:

- Длина канала 203,37 м и шириной по дну 0,3 м, трапецидальное сечение с заложением откосов  $m=1,5$ , с уклоном дна канала равным 0,003, средняя скорость водного потока 0,337 м/с, максимальный расход воды 361,5 м<sup>3</sup>/час, максимальная глубина водного потока не более 0,357 м, дно канала в начале участка находится на отметке 153,30 м, в конце участка – 152,70 м. Глубина магистрального канала переменная с учетом переменного рельефа, но не менее  $h=0,7$  м;

Таблица 11.2 – Таблица объемов работ по дренажным каналам

Вид работ	Ед. изм.	Кол-во
<b>Магистральный дренажный канал</b>		
Выемка грунта экскаватором с объемом ковша 0,7 м <sup>3</sup> , с погрузкой в автосамосвалы	м <sup>3</sup>	4412,0
Транспортировка автосамосвалами в отвал на расстояние	м <sup>3</sup>	4412,0
Засыпка пониженных участков вынимаемым грунтом при строительстве дренажных каналов	м <sup>3</sup>	4412,0
<b>Дренажный канал К1</b>		
Выемка грунта экскаватором с объемом ковша 0,7 м <sup>3</sup> , с погрузкой в автосамосвалы	м <sup>3</sup>	588,0
Транспортировка автосамосвалами в отвал на расстояние	м <sup>3</sup>	588,0
<b>Дренажный канал К2</b>		
Выемка грунта экскаватором с объемом ковша 0,7 м <sup>3</sup> , с погрузкой в автосамосвалы	м <sup>3</sup>	605,0
Транспортировка автосамосвалами в отвал на расстояние	м <sup>3</sup>	605,0
<b>Дренажный канал К3</b>		
Выемка грунта экскаватором с объемом ковша 0,7 м <sup>3</sup> , с погрузкой в автосамосвалы	м <sup>3</sup>	473,0
Транспортировка автосамосвалами в отвал на расстояние	м <sup>3</sup>	473,0
<b>Дренажный канал К4</b>		
Выемка грунта экскаватором с объемом ковша 0,7 м <sup>3</sup> , с погрузкой в автосамосвалы	м <sup>3</sup>	488,0
Транспортировка автосамосвалами в отвал на расстояние	м <sup>3</sup>	488,0
<b>Дренажный канал К5</b>		
Выемка грунта экскаватором с объемом ковша 0,7 м <sup>3</sup> , с погрузкой в автосамосвалы	м <sup>3</sup>	478,0
Транспортировка автосамосвалами в отвал на расстояние	м <sup>3</sup>	478,0
<b>Дренажный канал К6</b>		
Выемка грунта экскаватором с объемом ковша 0,7 м <sup>3</sup> , с погрузкой в автосамосвалы	м <sup>3</sup>	322,0
Транспортировка автосамосвалами в отвал на расстояние	м <sup>3</sup>	322,0

Вид работ	Ед. изм.	Кол-во
Дренажный канал К7		
Выемка грунта экскаватором с объемом ковша 0,7 м <sup>3</sup> , с погрузкой в автосамосвалы	м <sup>3</sup>	285,0
Транспортировка автосамосвалами в отвал на расстояние	м <sup>3</sup>	285,0
Дренажный канал К8		
Выемка грунта экскаватором с объемом ковша 0,7 м <sup>3</sup> , с погрузкой в автосамосвалы	м <sup>3</sup>	235,0
Транспортировка автосамосвалами в отвал на расстояние	м <sup>3</sup>	235,0

## 11.2 Защита карьерного поля от поверхностных водотоков, протекающих по территории отработки месторождения

В качестве основных мероприятий по отведению поверхностных водотоков предусматривается устройство руслоотводных каналов для отвода в самотечном режиме с территории попадающей под отработку карьером. Для равномерного распределения затрат, строительство руслоотводных каналов выполняется опережающими этапами отработки карьера, до начала этапа отработки при наличии на участке поверхностных водотоков выполняется перенос русла. План расположения руслоотводных каналов см. 05-02-0101-4112- ИОС7.2.2 л. 9 ÷ 12. В качестве вспомогательных мероприятий предусматривается локальная расчистка русел притоков ручья Пяльский.

### 11.2.1 Перенос поверхностных водных объектов с территории отработки карьера 2 года

До начала отработки карьера 2 года, выполняются мероприятия по отведению поверхностных водотоков с территории отработки карьера 2 года. Перечень основных и вспомогательных мероприятий включает:

- Перенос участка русла ручья Пяльский;
- Перенос правого притока №1 ручья Пяльский протекающий с юга на север по центральной части участка отработки карьера;
- Расчистка русла притока ручья Пяльский.

Для переноса русла ручья Пяльский выполняется строительство руслоотводного канала трапецеидальным сечением. Габариты и параметры руслоотводного канала определены в соответствии с гидравлическими расчетами по методике, представленной в п. 11.2.

Проектными решениями по результатам инженерных изысканий и гидравлических расчетов по руслоотводному каналу ручья Пяльсктй принято:

Длина канала 1219,9 м и шириной по дну 1,0 м, трапецеидальное сечение с заложением откосов  $m=1,5$ , с уклоном дна канала равным 0,005, средняя скорость водного потока 0,678 м/с, максимальный расход воды 2160,6 м<sup>3</sup>/час, максимальная глубина водного потока не более 0,5 м, дно канала в начале участка находится на отметке 152,06 м, в конце участка на отметке 145,96 м. Глубина руслоотводного канала переменная с учетом переменного рельефа, но не менее  $h=1,0$  м;

Для предотвращения размыва русла выполняется крепление дна и откосов на высоту не менее 1,0 м щебнем фр. 20-40 мм, толщиной слоя  $t=0,2$  м, по слою геотекстиля плотностью 200 г/м<sup>2</sup> уложенному на подготовленное естественное основание.

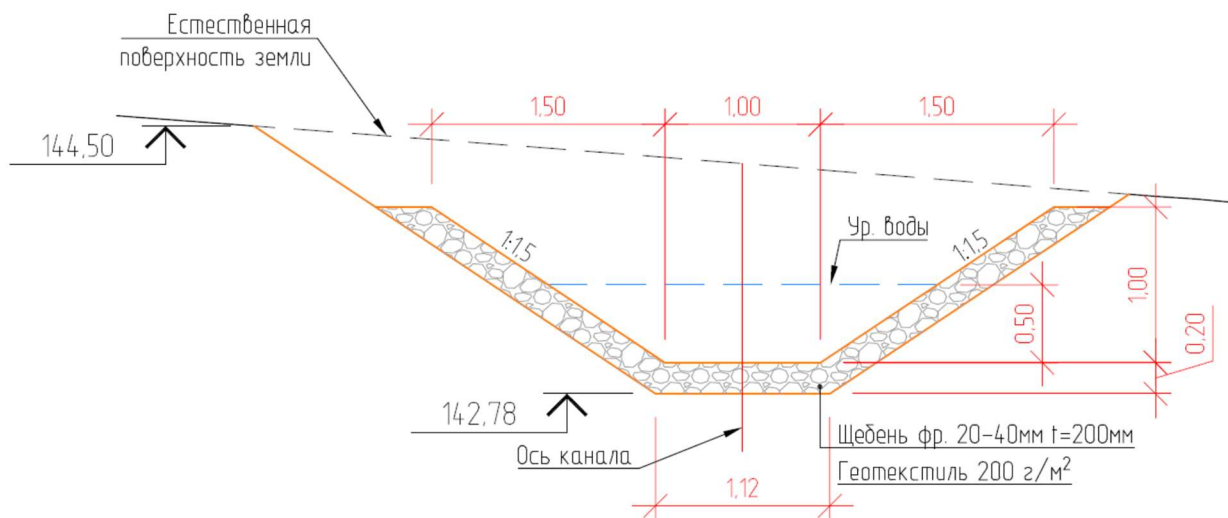


Рисунок 11.3 – Типовое сечение руслоотводного канала ручья Пяльсктй

Отвод вод правого притока №1 ручья Пяльсктй направляется в русло ручья, который так же является правым притоком ручья Пяльсктй, но впадает в ручей ниже по течению. Для переноса русла правого притока ручья Пяльсктй выполняется строительство руслоотводного канала трапецеидальным сечением. Габариты и параметры руслоотводного канала определены в соответствии с гидравлическими расчетами по методике, представленной в п. 11.2.

Проектными решениями по результатам инженерных изысканий и гидравлических расчетов по руслоотводному каналу правого притока №1 ручья Пяльсктй принято:

Длина канала 829,45 м и шириной по дну 2,0 м, трапецеидальное сечение с заложением откосов  $m=1,5$ , с уклоном дна канала равным 0,0045, средняя скорость водного потока 0,775 м/с, максимальный расход воды 6876,0 м<sup>3</sup>/час, максимальная глубина водного потока не более 0,55 м, дно канала в начале участка находится на отметке 147,00 м, в конце участка на

отметке 143,09 м. Глубина руслоотводного канала переменная с учетом переменного рельефа, но не менее  $h=1,0$  м;

Для предотвращения размыва русла выполняется крепление дна и откосов на высоту не менее 1,0 м щебнем фр. 20-40 мм, толщиной слоя  $t=0,2$  м, по слою геотекстиля плотностью  $200 \text{ г/м}^2$  уложенному на подготовленное естественное основание.

Для направления потока в руслоотводной канал в русле отсыпается грунтовая потоконаправляющая дамба. Максимальная высота потоконаправляющей дамбы 1,5 м, ширина по гребню 4,5 м, заложение откосов  $m=2$ .

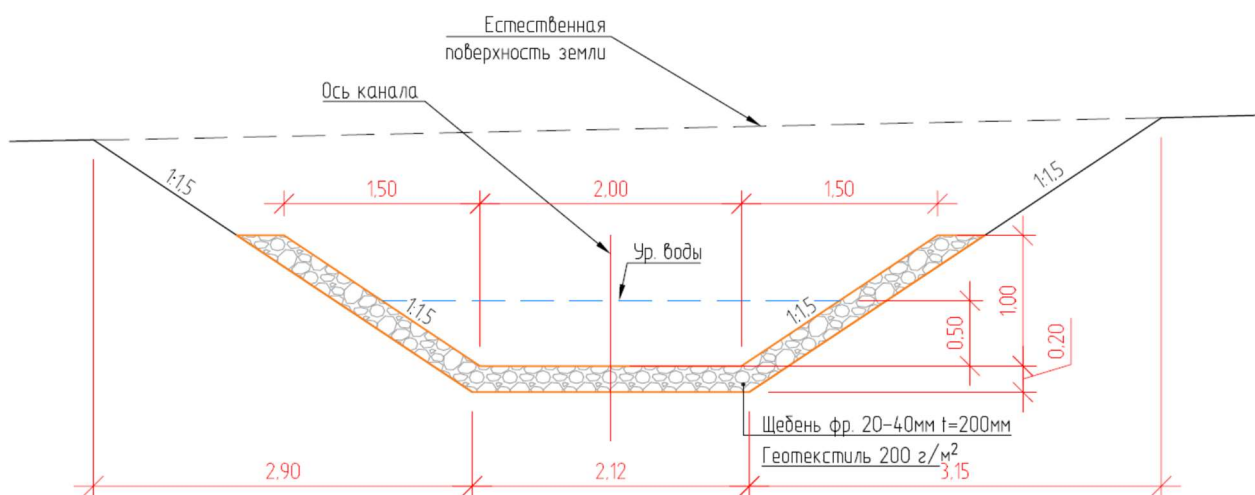


Рисунок 11.4 – Типовое сечение руслоотводного канала правого притока №1 ручья Пяльский

В рамках вспомогательных мероприятий выполняется расчистка русла правого притока ручья Пяльский на участке длиной 404,85 м, от водоема до потоконаправляющей дамбы для направления потока воды по руслоотводному каналу. Ширина по дну участка расчистки 2,0 м, трапецидального сечения с заложение откосов  $m=2$ .

### 11.2.2 Перенос поверхностных водных объектов с территории отработки карьера 5 года

До начала отработки карьера 5 года, выполняются мероприятия по отведению поверхностных водотоков с территории отработки карьера 5 года. Перечень основных и вспомогательных мероприятий включает:

- Перенос притока №2 ручья Пяльский протекающий с юга на север по восточной части участка отработки карьера.

Для переноса русла правого притока №2 ручья Пяльский выполняется строительство руслоотводного канала трапецидальным сечением. Габариты и параметры руслоотводного



канала определены в соответствии с гидравлическими расчетами по методике, представленной в п. 11.2.

Проектными решениями по результатам инженерных изысканий и гидравлических расчетов по руслоотводному каналу правого притока №2 ручья Пяльсктй принято:

Длина канала 898,82 м и шириной по дну 1,0 м, трапецидальное сечение с заложением откосов  $m=1,5$ , с уклоном дна канала равным 0,0045, средняя скорость водного потока 0,903 м/с, максимальный расход воды 6876,0 м<sup>3</sup>/час, максимальная глубина водного потока не более 0,7 м, дно канала в начале участка находится на отметке 143,09 м, в конце участка на отметке 138,85 м. Глубина руслоотводного канала переменная с учетом переменного рельефа, но не менее  $h=1,0$  м;

Для предотвращения размыва русла выполняется крепление дна и откосов на высоту не менее 1,0 м щебнем фр. 20-40 мм, толщиной слоя  $t=0,2$  м, по слою геотекстиля плотностью 200 г/м<sup>2</sup> уложенному на подготовленное естественное основание.

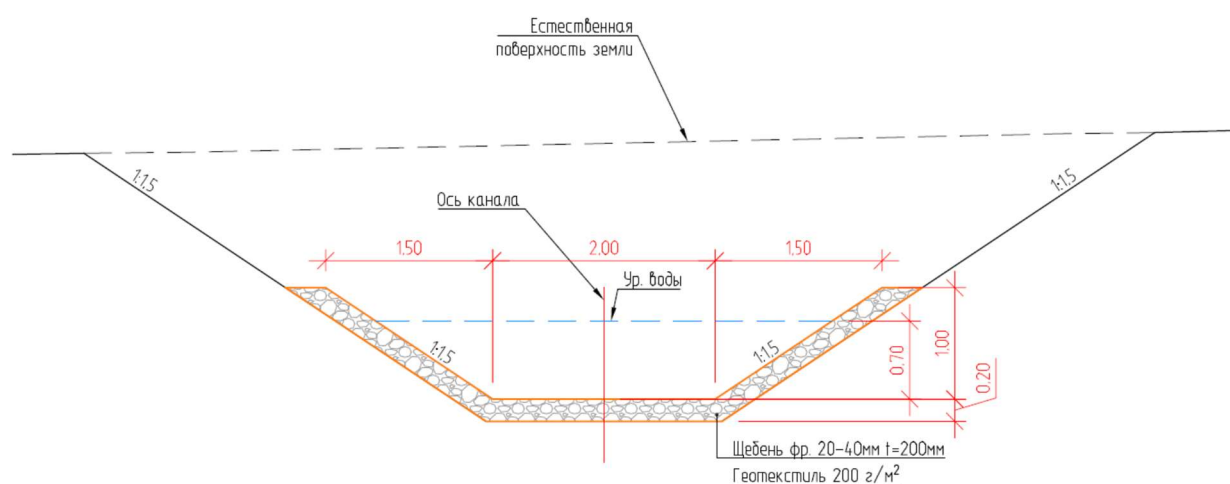


Рисунок 11.5 – Типовое сечение руслоотводного канала правого притока №2 ручья Пяльский

### 11.2.3 Перенос поверхностных водных объектов с территории отработки карьера 10 года

До начала отработки карьера 10 года, выполняются мероприятия по отведению поверхностных водотоков с территории отработки карьера 10 года. Перечень основных и вспомогательных мероприятий включает:

- Перенос притока №2 ручья Пяльский протекающий с юга на север по восточной части участка отработки карьера открытый каналом;
- Перенос притока №2 ручья Пяльский протекающий с юга на север по восточной части участка отработки карьера коллектором из стальной трубы.

Для переноса русла правого притока №2 ручья Пяльский выполняется строительство руслоотводного канала трапецидальным сечением длиной 231,00 м, далее в связи со стесненными условиями русло ручья заключается в коллектор из стальной трубы  $Dy=1,0$  м. Габариты и параметры руслоотводного канала определены в соответствии с гидравлическими расчетами по методике, представленной в п. 2.2.

Проектными решениями по результатам инженерных изысканий и гидравлических расчетов по руслоотводному каналу правого притока №2 ручья Пяльсктй принято:

Дно канала в начале трассы находится на отметке 148,33 м, в конце трассы, в точке сопряжения с входным оголовком коллектора - на отметке 145,20 м при общей протяженности канала – 231,0 м.

Руслоотводной канал в зависимости от уклона делится на два участка:

- первый участок длиной 74,7 м и шириной по дну 1,0 м проходит в щебенистом грунте, трапецидальным сечением с заложением откосов  $m=1,5$ , с уклоном дна канавы равным 0,0274, средняя скорость водного потока 1,26 м/с, максимальный расход воды 2519,4 м<sup>3</sup>/час, максимальная глубина водного потока не более 0,359 м, дно канавы в начале участка находится на отметке 148,33 м, в конце участка – 146,29 м. Глубина водоотводной канавы на участке  $h=1,0$  м;
- второй участок длиной 156,3 м и шириной по дну 1,0 м проходит в щебенистом грунте выполняется трапецидальным сечением с заложением откосов  $m=1,5$ , с уклоном дна равным 0,0069, средняя скорость водного потока 0,71 м/с, максимальный расход воды 2519,4 м<sup>3</sup>/час, максимальная глубина водного потока не более 0,542 м, дно канавы в начале участка находится на отметке 146,29 м, в конце участка – 145,20 м. Глубина водоотводной канавы на участке  $h=1,0$  м;

Водоотводной коллектор выполняется из стальной трубы  $Dy 1,0$ м, длина коллектора 605,0 м, уклон коллектора 0,0069. На входе и выходе коллектора устраивается оголовок из сборных ж.б. конструкций. Выходной оголовок устраивается в русле руслоотводного канала правого притока №2 ручья Пяльский, строительство которого выполняется на этапе отвода поверхностных водотоков до отработки карьера 5 года (см. п. 11.2.2), сопряжение с руслоотводным каналом, построенным на раннем этапе, выполняется на ПК 14+23.31 и далее направляется в существующее русло.

Таблица 11.3 – Таблица объемов работ по сооружениям для отвода поверхностных водотоков с территории попадающей под отработку карьером

Вид работ	Ед. изм.	Кол-во
<b>Перенос руса ручья Пяльский</b>		
Выемка грунта экскаватором с объемом ковша 0,7 м <sup>3</sup> , с погрузкой в автосамосвалы	м <sup>3</sup>	5855,5
Транспортировка автосамосвалами в отвал на расстояние	м <sup>3</sup>	5855,5
Засыпка пониженных участков вынимаемым грунтам при строительстве дренажных каналов	м <sup>3</sup>	4412,0
Укладка геотекстиля плотностью 200г/м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	7313,3
Выполнение крепления дна и откосов щебнем фр. 20-40 мм	м <sup>3</sup>	1341,9
<b>Перенос русла правого притока №1 ручья Пяльский</b>		
Выемка грунта экскаватором с объемом ковша 0,7 м <sup>3</sup> , с погрузкой в автосамосвалы	м <sup>3</sup>	32560,60
Транспортировка автосамосвалами в отвал на расстояние	м <sup>3</sup>	32560,60
Укладка геотекстиля плотностью 200г/м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	5983,40
Выполнение крепления дна и откосов щебнем фр. 20-40 мм	м <sup>3</sup>	1113,2
<b>Расчистка русла правого притока №1 ручья Пяльский</b>		
Выемка грунта экскаватором с объемом ковша 0,7 м <sup>3</sup> , с погрузкой в автосамосвалы	м <sup>3</sup>	5419,6
Транспортировка автосамосвалами в отвал на расстояние	м <sup>3</sup>	5419,6
<b>Перенос русла правого притока №2 ручья Пяльский</b>		
Выемка грунта экскаватором с объемом ковша 0,7 м <sup>3</sup> , с погрузкой в автосамосвалы	м <sup>3</sup>	34169,80
Транспортировка автосамосвалами в отвал на расстояние	м <sup>3</sup>	34169,80
Укладка геотекстиля плотностью 200г/м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	6279,1
Выполнение крепления дна и откосов щебнем фр. 20-40 мм	м <sup>3</sup>	1168,2
<b>Перенос русла правого притока №2 ручья Пяльский</b>		
Выемка грунта экскаватором с объемом ковша 0,7 м <sup>3</sup> , с погрузкой в автосамосвалы	м <sup>3</sup>	56328,1
Транспортировка автосамосвалами в отвал на расстояние	м <sup>3</sup>	22286,7

<b>Вид работ</b>	<b>Ед. изм.</b>	<b>Кол-во</b>
Укладка геотекстиля плотностью 200г/м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>	1384,8
Выполнение крепления дна и откосов щебнем фр. 20-40 мм	м <sup>3</sup>	254,2
Устройство водоотводного коллектора из стальной трубы Ду 1000 мм	п.м	568,0
Засыпка траншеи после укладки стальной трубы Ду 1000 мм	м <sup>3</sup>	34041,4

## **12 Техника безопасности при ведении открытых горных работ**

### **12.1 Горные работы**

Безопасность ведения горных работ на карьере обеспечивается строгим выполнением требований Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», «Правила безопасности при взрывных работах» и др.

Карьер должен иметь план развития горных работ, утвержденный главным инженером рудника и согласованный с местными органами Ростехнадзора в части обеспечения принятых проектных решений, безопасного ведения горных работ и охраны недр.

К техническому руководству горными и взрывными работами допускаются лица, имеющие горнотехническое образование или право ответственного руководства соответствующими работами; они должны проходить подготовку и аттестацию в области промышленной безопасности в соответствии с «Положением об организации работы по подготовке и аттестации специалистов организаций, поднадзорных Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору» РД 03-19-2007.

Геолого-маркшейдерская служба карьера должна, по мере продвижения горных работ, систематически изучать структуру и физико-механические свойства пород, обращая особое внимание на выявление тектонических нарушений, сплошных трещин, их направление. Углы откосов рабочих и нерабочих уступов и бортов карьера, а также углы откосов отвалов принимаются с учетом рекомендаций, разработанных специализированными организациями.

При работах в зонах возможных обвалов должны быть приняты специальные меры, обеспечивающие безопасность работы. При этом необходимо вести тщательные маркшейдерские наблюдения за состоянием бортов и площадок. 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.

В процессе экскавации необходимо производить тщательную оборку откоса уступа, что позволит практически исключить опасность вывалов кусков породы на рабочую площадку.

Рабочее место для ведения буровых работ должно быть обеспечено: подготовленным фронтом работ (очищенной и спланированной рабочей площадкой), комплектом исправного бурового инструмента и проектом (паспортом, технологической картой) на бурение. Маркшейдерское обеспечение буровых работ должно осуществляться в соответствии с установленными требованиями.

Буровой станок должен быть установлен на безопасном расстоянии от верхней бровки уступа, определенном расчетами или проектом, но не менее 2 м от верхней бровки уступа до ближайшей точки опоры станка, а его продольная ось при бурении должна быть перпендикулярна бровке уступа.

Для снижения запыленности воздуха в летнее время производится орошение водой автодорог поливомоечными машинами, в зимнее время – очистка от снега бульдозерами и автогрейдерами.

Работы по контролю за состоянием устойчивости бортов и уступов карьера и отвала, состоянием системы осушения карьера, по своевременной разработке мероприятий по предупреждению их деформаций, по безопасным условиям труда должны осуществляться в соответствии с планом «Мероприятий по устранению угрозы аварийных ситуаций, в том числе из-за затоплений горных работ карьера».

## **12.2 Взрывные работы**

Взрывные работы должны выполняться в строгом соответствии с «Правилами безопасности при взрывных работах».

Перед проведением взрывных работ необходимо на каждый массовый взрыв выполнить отдельный проект производства взрыва, утвержденный главным инженером предприятия. Проект буровзрывных (взрывных) работ, в числе прочих вопросов, должен содержать решения по безопасной организации работ с указанием основных параметров буровзрывных работ, способам инициирования зарядов, расчетам взрывных сетей, конструкциям зарядов и боек, предполагаемому расходу взрывчатых материалов, определению опасной зоны и охране этой зоны с учетом объектов, находящихся в ее пределах, проветриванию района взрывных работ и другим мерам безопасности.

При выполнении взрывных работ подрядным способом проект проведения взрывных работ утверждается техническими руководителями организации-подрядчика и организации-заказчика. Весь персонал, осуществляющий буровзрывные работы должен быть ознакомлен с проектом (паспортом взрыва) под роспись. При производстве взрывных работ необходимо проводить мероприятия по обеспечению безопасности персонала взрывных работ. Для производства взрывных работ на предприятии составляется «Типовой проект буровзрывных работ», учитывающий специфические условия месторождения, являющийся базовым документом для разработки паспортов и проектов.

Взрывчатые вещества и средства инициирования необходимо доставлять и перевозить к местам производства взрывных работ отдельно в сумках, кассетах, заводской упаковке и

т.п. Средства инициирования или боевики с детонаторами могут переноситься (кроме погрузочно-разгрузочных операций) только взрывниками, при этом они должны помещаться в сумки с жесткими ячейками (кассеты, ящики), покрытыми внутри мягким материалом.

Подсоединять магистральные провода к взрывному прибору следует при отсутствии людей в опасной зоне.

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.

При производстве взрывных работ на предприятии необходимо соблюдать мероприятия по обеспечению безопасности для машин и механизмов, а также для работников объектов, попадающих в радиус опасной зоны.

Перед производством массового взрыва в карьере горное оборудование и персонал всех участков и служб карьера выводятся за пределы опасной зоны по разлету кусков породы. Ведение горных работ и иных видов работ, производящихся в опасной зоне, на время производства массового взрыва прекращается. Порядок производства массовых взрывов на карьере осуществляется в соответствии с требованиями «Правил безопасности при взрывных работах».

Размеры безопасных расстояний при ведении взрывных работ рассчитаны в соответствии с требованиями «Правил безопасности при взрывных работах» на основании принятых параметров буровзрывных работ и приведены в разделе «Буровзрывные работы».

Перед заряданием скважин на границах запретной (опасной) зоны должны быть выставлены посты, обеспечивающие ее охрану. Наблюдательные посты на границе опасной зоны следует располагать таким образом, чтобы исключить доступ в нее людей. Постовым запрещается поручать работы, не связанные с выполнением прямых обязанностей. В опасную зону разрешается проход лиц технического надзора и работников контролирующих органов при наличии связи с руководителем взрывных работ (взрывником) и только через пост.

При производстве взрывных работ обязательна подача звуковых сигналов для оповещения людей. Запрещается подача сигналов голосом, а также с применением взрывчатых материалов. Сигналы подаются взрывником, выполняющим взрывные работы. Способы подачи и назначение сигналов, время производства взрывных работ должны быть доведены до сведения работников карьера.

Допуск людей к месту взрыва после его проведения может разрешаться лицом технического надзора, осуществляющим непосредственное руководство взрывными работами.

На предприятии должен быть разработана инструкция по ликвидации отказавших зарядов взрывчатых веществ, утвержденная руководителем предприятия.

### 12.3 Транспорт

Безопасность эксплуатации технологического железнодорожного транспорта обеспечивается строгим выполнением требований «Правил безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», СП 37.13330.2012 «СНиП 2.05.07-91 Актуализированная редакция «Промышленный транспорт» и др. Вопросы безопасного транспортирования грузов (известняка) приводятся в разделе «Карьерный транспорт».

Сооружения, устройства, подвижной состав и оборудование должны соответствовать техническому проекту, а также иметь паспорта, содержащие технические и эксплуатационные характеристики.

Запрещается эксплуатация железнодорожных путей без балласта. В качестве балласта для передвижных путей используются местные материалы – щебень из доломитизированного известняка. Число болтов в стыковых соединениях передвижных путей должно быть не менее четырех.

Проектной документацией предусматривается:

- освещение станций, постов и разъездов в темное время суток;
- организация автомобильных подъездов к железнодорожным станциям и постам;
- устройство типовых переездов;
- очистка стрелок и путей от снега и горной массы.

Ремонт сооружений и устройств должен производиться при обеспечении безопасности движения. Места производства работ, представляющие опасность для следования подвижного состава, должны ограждаться сигналами с обеих сторон участков дорог независимо от того, ожидается поезд или нет. Подвижной состав должен содержаться в исправном состоянии, обеспечивающем безопасность движения.



### 13 Способы проветривания карьера

В соответствии с п. 780 федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» (далее по тексту «Правила безопасности ...») состав атмосферы карьера должен отвечать установленным нормативам по содержанию основных составных частей воздуха и вредных примесей с учетом действующих стандартов. С этой целью контроль за состоянием атмосферы в карьере должен производиться в соответствии с указанными «Правилами безопасности ...».

Нормализация атмосферы карьера предусматривается за счет естественного воздухообмена.

Кроме того, для уменьшения пылевыведения в теплое и сухое время года автомобильные дороги подвергается орошению водой специализированным автотранспортом.

Мероприятия по защите технического персонала от действия вредных выбросов осуществляются в соответствии с регламентом по нормализации атмосферы в карьере.

В соответствии с п. 781 «Правил безопасности ...» допуск рабочих и специалистов на рабочие места после производства массовых взрывов разрешается после получения ответственным руководителем взрыва сообщения от аварийно-спасательного формирования о снижении концентрации ядовитых продуктов взрыва в воздухе до установленных санитарных норм, но не ранее чем через 30 минут после взрыва.

Предусматривается при обнаружении на рабочих местах вредных газов в концентрациях, превышающих допустимые величины, работы в карьере необходимо приостановить и вывести людей из опасной зоны.

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.

#### 13.1 Оценка естественного проветривания карьера

Максимальная глубина карьера «Восточный» достигает 30 м, поэтому с точки зрения проветривания, в соответствии с п.32.8 ВНТП 35-86, он относится к I группе мелких карьеров.

По степени естественного проветривания все карьеры в зависимости от отношения длины  $L$  и ширины  $B$  к глубине  $H_k$  делятся на хорошо проветриваемые ( $\frac{B}{H_k} \text{ и } \frac{L}{H_k} > 10$ ) и слабо

проветриваемые ( $\frac{B}{H_k} \text{ и } \frac{L}{H_k} \leq 10$ ).

Длина рабочей зоны карьера, в зависимости от периода отработки, изменяется от 1300 м до 2500 м. Ширина рабочей зоны карьера по верху: 130 м ÷ 162 м. Средняя высота рабочей зоны за период отработки не превысит 25 м.

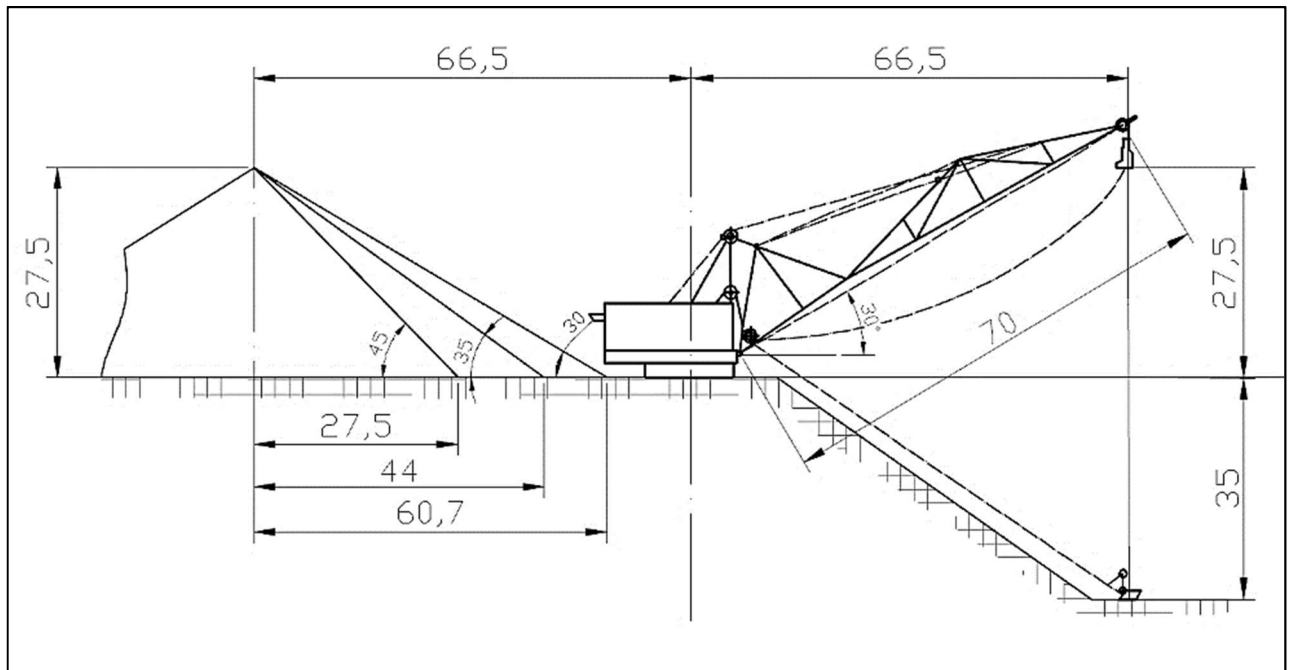
По данному критерию карьер «Восточный» относится к хорошо проветриваемому.

Таким образом, искусственное проветривание карьера не требуется.

**Перечень нормативной и нормативно-правовой документации**

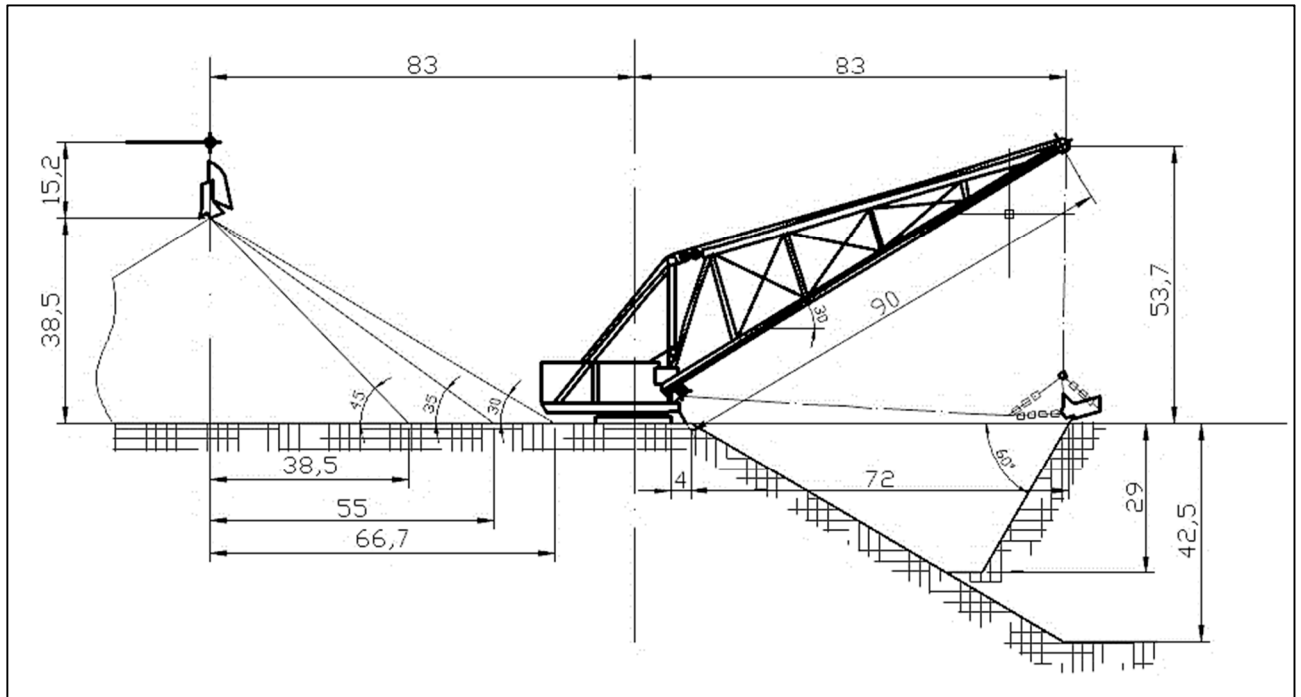
<b>Обозначение документа</b>	<b>Наименование документа</b>
	Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых»
	Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при взрывных работах»
ВНТП 13-1-86	Нормы технологического проектирования горнодобывающих предприятий черной металлургии с открытым способом разработки
ВНТП 35-86	Нормы технологического проектирования горнорудных предприятий цветной металлургии с открытым способом разработки
	Классификация запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых МПР РФ
	Единые нормы выработки на открытые горные работы для предприятий горнодобывающей промышленности
СП 37.13330.2012	Промышленный транспорт

**Приложение А**  
**Кинематические схемы экскаваторов**  
**Шагающий экскаватор ЭШ-10/70 (ЭШ-11/70)**



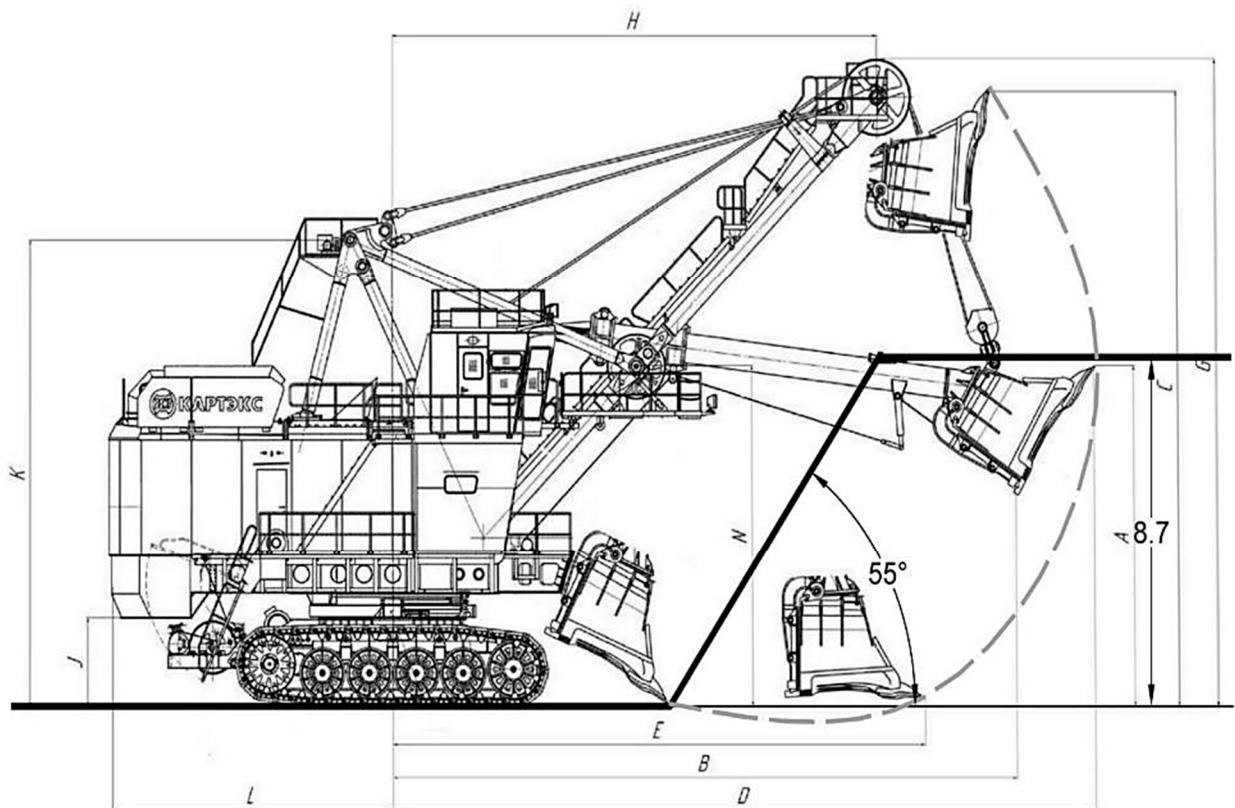
Максимальный радиус копания, м	66,5
Максимальный радиус разгрузки, м	66,5
Максимальная высота разгрузки, м	27,5
Наибольшая глубина копания, м	35

## Шагающий экскаватор ЭШ-15/90



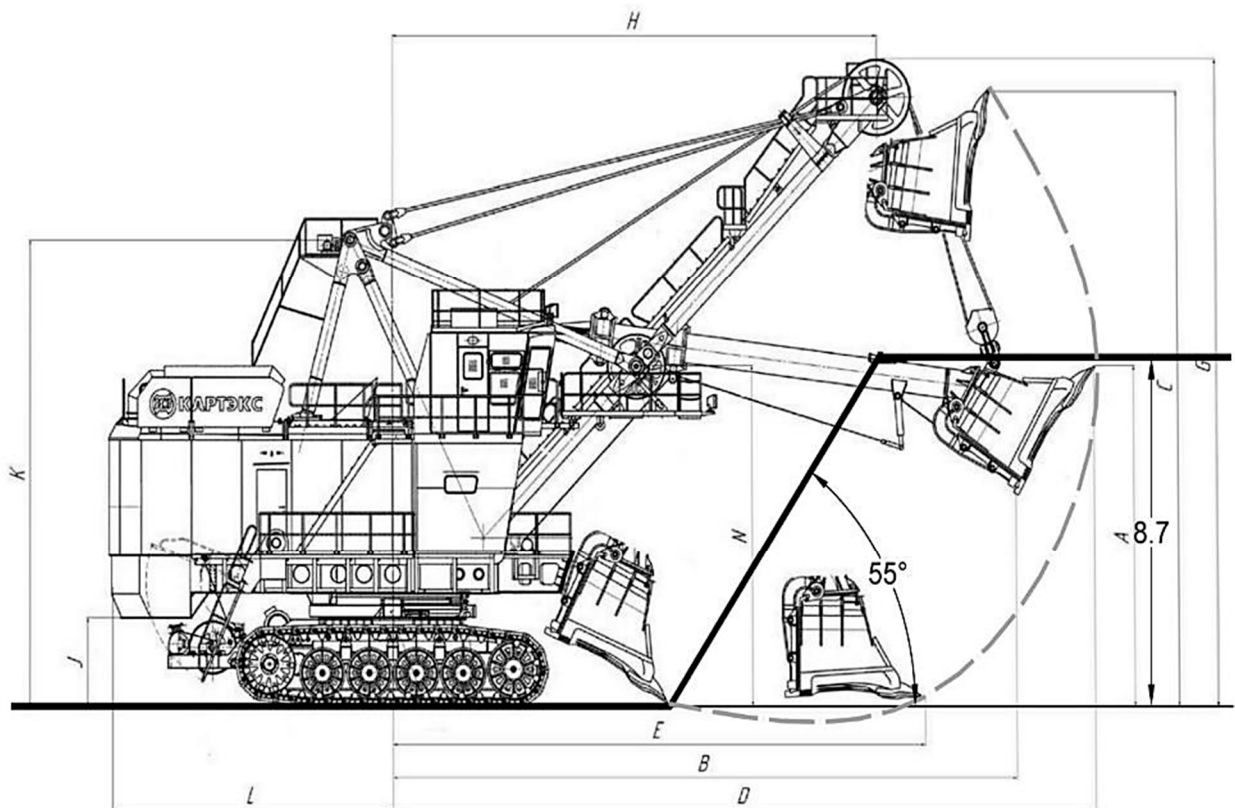
Максимальный радиус копания, м	83
Максимальный радиус разгрузки, м	83
Максимальная высота разгрузки, м	38,5
Наибольшая глубина копания, м	42,5

## Экскаватор – механическая лопата ЭКГ-8УС






D Максимальный радиус копания, м	19,8
C Максимальная высота копания, м	17,6
A Максимальная высота разгрузки, м	12,5
E Радиус копания на уровне стояния, м	13,5
B Максимальный радиус разгрузки, м	17,9

## Экскаватор – механическая лопата ЭКГ-6,3УС



D Максимальный радиус копания, м	19,8
C Максимальная высота копания, м	17,1
A Максимальная высота разгрузки, м	12,5
E Радиус копания на уровне стояния, м	13,5
B Максимальный радиус разгрузки, м	17,9

**Приложение Б**  
**Сертификат соответствия Slide 2 требованиям нормативных документов**

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ	
	<h2>СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ</h2>
№ РОСС СА.НВ27.Н00751	Срок действия с 22.09.2020 по 21.09.2023
	№ <b>0563443</b>
<p><b>ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ</b> пер. № RA.RU.11НВ27          продукции Общества с ограниченной ответственностью "АбсолютСертПлюс". Место нахождения: 198095, РОССИЯ, ГОРОД САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, УЛИЦА МАРШАЛА ГОВОРОВА, ДОМ 49, ЛИТЕРА А, ОФИС 604.1, фактический адрес: 198095, РОССИЯ, г. Санкт-Петербург, ул. Маршала Говорова, дом 49 литер А, помещение 604.1, телефон: +79131840048, электронная почта: absolut.cert.plus@gmail.com. Аттестат аккредитации № RA.RU.11НВ27, выдан 17.06.2019 года</p>	
<p><b>ПРОДУКЦИЯ</b>          Программный комплекс Rocscience для геотехнических расчетов в строительстве и горнодобывающей отрасли.          Серийный выпуск</p>	<p>код ОК 62.01.29</p>
<p><b>СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ</b>          ГОСТ Р ИСО/МЭК-93, ГОСТ 28195-89, ГОСТ 28806-90, ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000, ГОСТ Р ИСО 9127-94, ГОСТ 12248-2010, СП 47.13330.2016</p>	
	<p>код ТН ВЭД</p>
<p><b>ИЗГОТОВИТЕЛЬ</b>          Rocscience Inc. Место нахождения и адрес места осуществления деятельности: 54 Saint Patrick St. Toronto, Ontario M5T 1V1, Канада</p>	
<p><b>СЕРТИФИКАТ ВЫДАН</b>          Общество с ограниченной ответственностью "Современные изыскательские технологии". Основной государственный регистрационный номер: 1117746608616, место нахождения: Российская Федерация, Москва, 117638, улица Фруктовая, дом 16, телефон: +79256645928, электронная почта: AST@rocscience.com</p>	
<p><b>НА ОСНОВАНИИ</b>          Протокола № 52 от 16.09.2020, выданного Испытательной лабораторией программного обеспечения, информационных технологий и средств информатизации НП "ГРАНИТ-ЭС" № RA.RU.22СП37</p>	
<p><b>ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ</b>          Схема сертификации: Зс</p>	
	<p>Руководитель органа           М.П. _____          Эксперт           _____</p>
	<p>Смоляникова Оксана Сергеевна инициалы, фамилия          Азарян Армен Альбертович инициалы, фамилия</p>
Сертификат не применяется при обязательной сертификации	
<small>АО «ОПЦИОН», Москва, 2019, «В» лицензия № 05-05-09/003 ФНЧ РФ, тел. (495) 726 4742, www.option.ru</small>	



Приложение  
к сертификату соответствия № РОСС СА.НВ27.Н00751

ЗАКЛЮЧЕНИЕ № 52-09-20 от 16.09.2020 г.  
Испытательной лаборатории программного обеспечения,  
информационных технологий и средств информатизации  
НП «ГРАНИТ-ЭС», рег. № RA.RU.22СП37

о соответствии разделам и пунктам нормативных документов программных  
комплексов

Программное обеспечение  
ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ROCSCIENCE ДЛЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ В  
СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ  
( к сертификату соответствия № РОСС СА.НВ27.Н00751 от 22.09.2020 г.)

1. Название программной продукции  
Программное обеспечение  
ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ROCSCIENCE ДЛЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ  
РАСЧЕТОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

Состав программ комплекса:

Slide2  
Slide3  
RSPile  
RS2  
RS3  
Settle3  
RocFall  
Dips  
RocTopple  
RocPlane  
RocSupport  
EX3  
UnWedge  
SWedge  
CPillar  
RocData

2. Изготовитель Rocscience Inc., 54 Saint Patrick St. Toronto, Ontario M5T 1V1,  
CANADA

3. Версия 13.02.011

Соответствует требованиям нормативных документов по состоянию на 16 сентября  
2020г

1. Федеральный закон "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" от 30.12.2009 N 384-ФЗ (последняя редакция)
2. Федеральный закон "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" от 21.07.1997 N 116-ФЗ.
3. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения
4. СП 14.13330.2018 "СНиП II-7-81\* Строительство в сейсмических районах".
5. СП 15.13330.2012 «СНиП II-22-81\* Каменные и армокаменные конструкции».
6. СП 16.13330.2011 «СНиП II-23-81\* Стальные конструкции».
7. СП 20.13330.2016 "СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия" (с изменениями N 1, N 2).
8. СП 21.13330.2012 "СНиП 2.01.09-91 Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах" (с изменением N 1)
9. СП 22.13330.2016 "СНиП 2.02.01-83\* Основания зданий и сооружений" (с изменениями N 1, N 2).
10. СП 23.13330.2018 "СНиП 2.02.02-85\* Основания гидротехнических сооружений".
11. СП 24.13330.2011 "СНиП 2.02.03-85 Свайные фундаменты" (с изменениями N 1, N 2, N 3).
12. СП 25.13330.2012 Основания и фундаменты на вечномёрзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88 (с Изменениями N 1-4).
13. СП 26.13330.2012 "СНиП 2.02.05-87 Фундаменты машин с динамическими нагрузками" (с изменением N 1).
14. СП 34.13330.2012 "СНиП 2.05.02-85\* Автомобильные дороги" (с изменением N 1).
15. СП 35.13330.2011 "СНиП 2.05.03-84\* Мосты и трубы" (с изменением N 1).
16. СП 36.13330.2012 "СНиП 2.05.06-85\* Магистральные трубопроводы" (с изменением N 1).
17. СП 37.13330.2012 Промышленный транспорт. Актуализированная редакция СНиП 2.05.07-91\* (с Изменениями N 1, 2, 3).
18. СП 39.13330.2012 "СНиП 2.06.05-84\* Плотины из грунтовых материалов" (с изменениями N 1, N 2, N 3).
19. СП 40.13330.2012 "СНиП 2.06.06-85 Плотины бетонные и железобетонные" (с изменением N 1).
20. СП 45.13330.2017 "СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения, основания и фундаменты" (с изменением N 1).
21. СП 47.13330.2012 "СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения".
22. СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
23. СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений
24. СП 58.13330.2012 "СНиП 33-01-2003 Гидротехнические сооружения. Основные положения" (с изменением N 1).
25. СП 63.13330.2012 «СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» (с изменениями № 1, № 2).
26. СП 69.13330.2016 Подземные горные выработки. Актуализированная редакция СНиП 3.02.03-84.
27. СП 78.13330.2012 "СНиП 3.06.03-85 Автомобильные дороги" (с изменением N 1).
28. СП 86.13330.2014 Магистральные трубопроводы
29. СП 91.13330.2012 "СНиП II-94-80 Подземные горные выработки".

30. СП 93.13330.2016 Защитные сооружения гражданской обороны в подземных горных выработках. Актуализированная редакция СНиП 2.01.54-84.
31. СП 102.13330.2012 "СНиП 2.06.09-84 Туннели гидротехнические".
32. СП 103.13330.2012 Защита горных выработок от подземных и поверхностных вод. Актуализированная редакция СНиП 2.06.14-85.
33. СП 104.13330.2016 Инженерная защита территории от затопления и подтопления.
34. СП 115.13330.2016 "СНиП 22-01-95 Геофизика опасных природных воздействий".
35. СП 116.13330.2012 "СНиП 22-02-2003 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения".
36. СП 120.13330.2012 "СНиП 32-02-2003 Метрополитены" (с изменениями N 1, N 2).
37. СП 122.13330.2012 "СНиП 32-04-97 Тоннели железнодорожные и автодорожные" (с изменением N 1).
38. СП 123.13330.2012 "СНиП 34-02-99 Подземные хранилища газа, нефти и продуктов их переработки" (с изменением N 1).
39. СП 125.13330.2012 Нефтепродуктопроводы, прокладываемые на территории городов и других населенных пунктов. Актуализированная редакция СНиП 2.05.13-90 (с Изменением N 1).
40. СП 151.13330.2012 "Инженерные изыскания для размещения, проектирования и строительства АЭС" (в 2-х частях).
41. СП 248.1325800.2016 "Сооружения подземные. Правила проектирования".
42. СП 249.1325800.2016 Коммуникации подземные. Проектирование и строительство закрытым и открытым способами.
43. СП 250.1325800.2016 Здания и сооружения. Защита от подземных вод.
44. СП 268.1325800.2016 "Транспортные сооружения в сейсмических районах. Правила проектирования".
45. СП 284.1325800.2016 "Трубопроводы промысловые для нефти и газа. Правила проектирования и производства работ".
46. СП 305.1325800.2017 Здания и сооружения. Правила проведения геотехнического мониторинга при строительстве.
47. СП 328.1325800.2017 "Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели".
48. СП 331.1325800.2017 "Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах".
49. СП 333.1325800.2017 "Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла".
50. СП 342.1325800.2017 "Защита железнодорожного пути и сооружений от неблагоприятных природных явлений. Правила проектирования и строительства".
51. СП 358.1325800.2017 Сооружения гидротехнические. Правила проектирования и строительства в сейсмических районах.
52. СП 361.1325800.2017 "Здания и сооружения. Защитные мероприятия в зоне влияния строительства подземных объектов".
53. СП 381.1325800.2018 Сооружения подпорные. Правила проектирования.
54. СП 385.1325800.2018 "Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования".
55. СП 420.1325800.2018 Инженерные изыскания для строительства в районах развития оползневых процессов. Общие требования.

56. СП 425.1325800.2018 Инженерная защита территории от эрозионных процессов. Правила проектирования.
57. СП 436.1325800.2018 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от оползней и обвалов. Правила проектирования.
58. СП 441.1325800.2019 Защита зданий от вибрации, создаваемой железнодорожным транспортом. Правила проектирования.
59. СП 446.1325800.2019 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ.
60. СП 472.1325800.2019 «Армогрунтовые системы мостов и подпорных стен на автомобильных дорогах. Правила проектирования».
61. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила обеспечения устойчивости бортов и уступов карьеров, разрезов и откосов отвалов»
62. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах"
63. ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.
64. ГОСТ 20276 Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости.
65. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация
66. ГОСТ 30416-2012 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения
67. ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик
68. ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
69. ГОСТ Р 56353-2015 Грунты. Методы лабораторного определения динамических свойств дисперсных грунтов
70. РД-91.020.00-КТН-142-14. Инженерные изыскания для строительства магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов
71. СНиП 2.06.15-85 Инженерная защита территорий от затопления и подтопления
72. СНиП 22-01-95 Геофизика опасных природных воздействий
73. Методические указания по определению углов наклона бортов, откосов уступов и отвалов, строящихся и эксплуатируемых карьеров. Ленинград: ВНИМИ, 1972.
74. Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах. Санкт-Петербург: ВНИМИ, 1998.
75. Методические указания по определению размеров камер и целиков при подземной разработке руд цветных металлов. МЦМ СССР, Чита, 1988 г.
76. Методические указания по установлению размеров камер и целиков при камерных системах разработки руд цветных металлов, ВНИМИ, Ленинград, 1972 г.
77. Инструктивные указания по определению параметров этажно-камерных систем разработки по условиям проявления горного давления с увеличением глубины ведения горных работ на шахтах Кривбасса, Кривой Рог: НИГРИ, 1965 г.
78. Временные правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок месторождений руд цветных металлов с неизученным процессом сдвижения горных пород, ВНИМИ, Л.: 1986 г.
79. Инструкция по выбору рамных податливых крепей горных выработок, ВНИМИ, СПб, 1991 г.
80. Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах РФ, ВНИМИ, СПб, 2014 г.
81. ГОСТ Р ИСО/МЭК 9126-93 Информационная технология. Оценка программной продукции. Характеристики качества и руководства по их применению.
82. ГОСТ 28195-89 Оценка качества программных средств. Общие положения.

83. ГОСТ 28806-90 Качество программных средств. Термины и определения.
84. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12119-2000 Информационная технология. Пакеты программ. Требования к качеству и тестирование.
85. ГОСТ Р ИСО 9127-94 Системы обработки информации. Документация пользователя и информация на упаковке для потребительских программных пакетов.
86. ВСН 126-902016 Крепление выработок набрызг-бетоном и анкерами при строительстве транспортных тоннелей и метрополитенов.
87. ВСН 490-87 «Проектирование и устройство свайных фундаментов и шпунтовых ограждений в условиях реконструкции промышленных предприятий и городской застройки».
88. СТО 136-2009 Специальные вспомогательные сооружения и устройства для строительства мостов.
89. СТО 36554501-028-2012 Оценка влияния строительства коммуникационных тоннелей щитовым методом на окружающую застройку.
90. СТО НОСТРОЙ 2.5.74-2012 Устройство «Стены в грунте» Правила, контроль выполнения и требования к результатам работ.
91. СТО-ГК «Трансстрой»-013-2007 Нагельное крепление котлованов и откосов в транспортном строительстве.
92. ОДМ 218.2.006-2010 «Рекомендации по расчету устойчивости оползнеопасных склонов (откосов) и определению оползневых давлений на инженерные сооружения автомобильных дорог»
93. ОДМ 218.2.001-2009 «Рекомендации по проектированию и строительству водопропускных сооружений из металлических гофрированных структур на автомобильных дорогах»
94. ОДМ 218.3.038-2015 Рекомендации по проектированию и строительству берегозащитных сооружений автомобильных дорог.
95. ОДМ 218.2.046-2014 Рекомендации по выбору и контролю качества геосинтетических материалов, применяемых в дорожном строительстве.
96. ОДМ 218.2.054-2015 Рекомендации по применению текстильно-песчаных свай при строительстве автомобильных дорог на слабых грунтах основания.
97. ОДМ 218.2.090-2017 Методические рекомендации по применению трубчатых сварных шпунтов при строительстве автомобильных дорог.
98. ОДМ 218.2.092-2018 Рекомендации по применению шпунтовых свай из полимерных материалов в дорожном строительстве.
99. ОДМ 218.5.003-2010 Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог.
100. ОДМ 218.2.027-2012 «Методические рекомендации по расчету и проектированию армогрунтовых подпорных стен на автомобильных дорогах».
101. Пособие к СНиП 3.02.01-83 Пособие по химическому закреплению грунтов инъекцией в промышленном и гражданском строительстве.
102. ЦПИ-36 Руководство по определению физико-механических характеристик балластных материалов и грунтов земляного полотна.
103. ЦПИ 22/43 Технические указания по применению габионов для усиления земляного полотна.
104. ГОСТ 21153.8-88 Породы горные. Метод определения предела прочности при объемном сжатии.
105. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Положение по безопасному ведению горных работ на месторождениях, склонных и опасных по горным ударам» (утв. Приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 2 декабря 2013 г. № 576)