

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени А.О. Байконурова

Кафедра «Горное дело»

Сайлау Әйкерім Маратқызы

Обеспечение устойчивости прибортовых массивов на проектных контурах с
созданием автоматизированных систем высокоточными измерениями на
месторождении «Коктасжал»

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

7M07203 – «Горная инженерия»

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени А.О. Байконурова

Кафедра «Горное дело»

УДК 553.441'435(043)

На правах рукописи

Сайлау Әйкерім Маратқызы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

На соискание академической степени магистра

Название диссертации

Обеспечение устойчивости прибортовых
массивов на проектных контурах с созданием
автоматизированных систем высокоточными
измерениями на месторождении «Коктасжал»

Направление подготовки

7М07203 – «Горная инженерия»

Научный руководитель

доктор PhD, ассоц. профессор

Е. Е. Искаков Искаков Е.Е.

« 30 » 05 2023 г.

Рецензент

канд. техн. наук

Д.К. Бекбергенов Бекбергенов Д.К.

« 31 » 05 2023 г.

Нормоконтроль

Ведущий инженер

Д.С. Мендекинова Д.С. Мендекинова

« 31 » 05 2023 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

НАО «КазНТУ им.К.И.Сатпаева»
Горно-металлургический институт
им. О.А. Байконурова

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой ГД
д-р техн. наук, профессор
С.К. Молдабаев С.К. Молдабаев

« 1 » 06 2023 г.

Алматы 2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

Горно-металлургический институт имени А.О. Байкунырова

Кафедра Горного дела

Специальность 7М07203 – «Горная инженерия»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ГД
д-р техн. наук, профессор
Молдабаев С.К.
«12» 06 2023 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Обучающемуся Сайлау Әйкерім Маратқызы

Тема: Обеспечение устойчивости прибортовых массивов на проектных контурах с созданием автоматизированных систем высокоточными измерениями на месторождении «Коктасжал»

Утверждена приказом Ректора Университета №643-М от «11» 05.2022 г.

Срок сдачи законченной работы «30» 05 2023 г.

Исходные данные к магистерской диссертации: Объектом исследования является карьер Коктасжальский, который ведет разработку меднорудного месторождения Коктасжал, расположенный Карагандинской области. Изучено геологическое строение горного массива в прибортовых зонах и выявлены основные структурные нарушения, исходные материалы и данные берутся из проекта разработки месторождения «Коктасжал»

Краткое содержание магистерской диссертации:

- а) Геологическое строение района месторождения
- б) Изучение прочностных свойств горных пород
- в) Технологические вопросы ведения открытых горных работ
- г) Разработка проекта наблюдательной станции на карьере

Перечень графического материала план карьера с расчетными профилями, профили по линиям от 0-0 по XV-XV с результатами расчета по рациональному контуру, закономерности для изучения прочностных свойств горных пород.

Рекомендуемая основная литература:

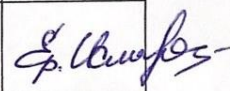
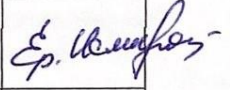
1. Проект промышленной разработки месторождения Коктасжал ТОО «Алтай Полиметаллы», Караганда, 2014 г. – 94 с.

ГРАФИК
подготовки магистерской работы

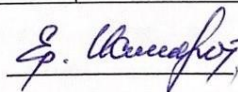
Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Объект исследования. Геологическое строение района месторождения	13.05.2022	
Исследование устойчивости бортов карьера «Коктасжал»	4.09.2022.	
Технологические вопросы ведения открытых горных работ	10.01.2023	
Разработка проекта наблюдательной станции на карьере	16.03.2023	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу (проект) с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта)

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Объект исследования. Геологическое строение района месторождения	Доктор PhD, ассоц. проф. Исаков Е.Е.	1.09.22.	
Исследование устойчивости бортов карьера «Коктасжал»	Доктор PhD, ассоц. проф. Исаков Е.Е.	11.11.22	
Технологические вопросы ведения открытых горных работ	Доктор PhD, ассоц. проф. Исаков Е.Е.	6.03.23	
Разработка проекта наблюдательной станции на карьере	Доктор PhD, ассоц. проф. Исаков Е.Е.	30.05.23	

Научный руководитель



Е.Е. Исаков

Задание принял к исполнению обучающийся



Ә.М. Сайлау

Дата «13» 05 2022 г.

АННОТАЦИЯ

Магистерский проект предназначен для решения актуальных научно-практических задач - устойчивости пород бортовых массивов проектного контура с созданием автоматизированных систем с высокоточными измерениями на месторождении "Коктасжал". Работа состоит из нормативных ссылок, определений, обозначений и сокращений, введения, 4 разделов, заключения, списка использованной литературы (14 источников). Объем проекта составляет 66 страниц, состоит из 11 таблиц, 27 рисунков, используется из 14 источников.

Цель работы включает в себя:

- выполнение маркшейдерского и инженерно-геологического контроля состояния придворных массивов, основанного на использовании комплексного инструментального контроля деформаций бортов карьеров и отвалов, обеспечивающего непрерывный контроль параметров бортов и отвалов;

- оценка и прогноз геомеханических процессов, происходящих в пристаневых долинах;

- Рекомендации по оперативному изменению параметров технологических схем откосов бортов карьера;

- изучение инженерно-геологических условий разработки месторождений;

- изучить особенности проведения технологии горных работ в карьере;

Идея работы заключается в контроле за деформацией бортов карьеров и отвалов высокоточными инструментами, специализированными организациями, имеющими материально-техническую базу и научный опыт проведения таких работ.

Представлены следующие научные направления:

- детальное изучение трещиноватости горных пород с целью дальнейшего районирования откосов уступов по фактору устойчивости;

- проведение испытаний в натурных условиях для вытеснения семенных призм с целью определения прочных свойств основных видов пород;

- исследование влияния буровзрывных работ на деформацию контурного массива в карьере с целью разработки адаптированных технологических схем откачки уступов в контурах проектирования;

- разработка автоматизированной системы инструментального мониторинга состояния откосов уступов и бортов в проектных контурах карьера.

Ключевые слова: геомеханический мониторинг, комбинированная разработка месторождения, создание автоматизированных систем с высокоточными измерениями, смещение горных пород, околопортовый массив, станция наблюдения, репер, маркшейдерская съемка, технология дистанционного измерения, фотограмметрия, оценка точности измерений, облако точек, трехмерный образец.

АҢДАТПА

Магистрлік жоба "Көктасжал" кен орнында жоғары дәлдікті өлшеулермен автоматтандырылған жүйелерді құрумен жобалық контурдағы борт маңы массивтері жыныстарының орнықтылығы-өзекті ғылыми - тәжірибелік міндеттерді шешуге арналған. Жұмыс нормативтік сілтемелерден, анықтамалардан, белгілеулерден және қысқартулардан, кіріспеден, 4 бөлімнен, қорытындыдан, пайдаланылған әдебиеттер тізімінен (14 дерек) тұрады. Жобаның көлемі 66 беттен тұрады, 11 кестеден, 27 суреттен тұрады, 14 көзден пайдаланылған.

Жұмыстың мақсаты мыналарды қамтиды:

- борттар мен үйінділердің параметрлерін үздіксіз бақылауды қамтамасыз ететін карьерлер мен үйінділер борттарының деформацияларын кешенді аспаптық бақылауды пайдалануға негізделген борт жанындағы массивтердің жай-күйіне маркшейдерлік және инженерлік-геологиялық бақылауды орындау;
- порт маңы алқаптарында болып жатқан геомеханикалық процестерді бағалау және болжау;
- Карьер ернеулерінің еңістерін сорудың технологиялық схемалары параметрлерін жедел өзгерту бойынша ұсыныстар;
- кен орындарын игерудің инженерлік-геологиялық жағдайларын зерттеу;
- карьерде тау-кен жұмыстарының технологиясын жүргізу ерекшеліктерін зерттеу;

Жұмыс идеясы карьерлер мен үйінділер борттарының деформациясы үшін жоғары дәлдіктегі құралдармен, материалдық-техникалық базасы және осындай жұмыстарды жүргізудің ғылыми тәжірибесі бар мамандандырылған ұйымдармен бақылау болып табылады.

Келесі ғылыми бағыттар ұсынылды:

- орнықтылық факторы бойынша кемерлер еңістерін одан әрі аудандастыру мақсатында тау жыныстарының жарықшақтығын егжей-тегжейлі зерделеу;
- жыныстардың негізгі түрлерінің берік қасиеттерін анықтау мақсатында тұқымдық призмаларды ығыстыру үшін заттай жағдайларда сынау жүргізу;
- жобалау контурларында кемерлерді сорудың бейімделген технологиялық сызбаларын әзірлеу мақсатында карьердегі контур маңындағы массивтің деформациясына бұрғылау-жару жұмыстарының әсерін зерттеу;
- карьердің жобалық контурларындағы кемерлер мен борттар еңістерінің жай-күйіне аспаптық мониторингтің автоматтандырылған жүйесін әзірлеу.

Түйінді сөздер: геомеханикалық мониторинг, тау жыныстарының жылжуы, порт маңы массиві, бақылау станциясы, репер, маркшейдерлік түсіру, қашықтықтан өлшеу технологиясы, фотограмметрия, өлшеу дәлдігін бағалау, нүктелердің бұлты, үш өлшемді үлгі.

ABSTRACT

The master's project is designed to solve actual scientific and practical problems - the stability of rocks of the onboard arrays of the design contour with the creation of automated systems with high-precision measurements at the Koktaszhal deposit. The work consists of normative references, definitions, designations and abbreviations, an introduction, 4 sections, a conclusion, a list of references (14 sources). The project volume is 66 pages, consists of 11 tables, 26 figures, and is used from 14 sources.

The purpose of the work includes:

- performing surveying and engineering-geological control of the condition of the court arrays, based on the use of complex instrumental control of deformations of the sides of quarries and dumps, providing continuous monitoring of the parameters of the sides and dumps;
- assessment and forecast of geomechanical processes occurring in the marina valleys;
- Recommendations on operational changes in the parameters of technological schemes of the slopes of the sides of the quarry;
- study of engineering and geological conditions of field development;
- to study the features of mining technology in the quarry;

The idea of the work is to control the deformation of the sides of quarries and dumps with high-precision tools, specialized organizations with a material and technical base and scientific experience in carrying out such work.

The following scientific directions are presented:

- detailed study of the fracturing of rocks in order to further zoning of the slopes of ledges by the stability factor;
- conducting tests in full-scale conditions to displace seed prisms in order to determine the durable properties of the main types of rocks;
- study of the impact of drilling and blasting operations on the deformation of the contour array in the quarry in order to develop adapted technological schemes for pumping out ledges in the design contours;
- development of an automated system for instrumental monitoring of the condition of the slopes of ledges and sides in the design contours of the quarry.

Keywords: geomechanical monitoring, combined field development, creation of automated systems with high-precision measurements, displacement of rocks, near-port array, observation station, reference point, surveying, remote measurement technology, photogrammetry, measurement accuracy assessment, point cloud, three-dimensional sample.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	10
1 Объект исследования	11
1.1 Геологическое строение района месторождения	11
1.2 Особенности геологического строения	14
1.3 Гидрогеологические особенности разработки месторождения	17
2 Исследование устойчивости бортов карьера «Коктасжал»	20
2.1 Изучение прочностных свойств горных пород	20
2.2 Выбор методов оценки устойчивости бортов карьера	25
2.2.1 Квазиизотропный массив	28
2.2.2 Трещиноватый массив	29
2.3 Результаты оценки устойчивости бортов карьера	30
3 Технологические вопросы ведения открытых горных работ	35
3.1 Выбор системы разработки	35
3.2 Выбор технологического оборудования	36
3.3 Буровзрывные работы и постановка откосов уступов на проектном контуре	37
4 Разработка проекта наблюдательной станции на карьере	45
4.1 Выбор мест заложения наблюдательных станций	45
4.2 Закладки и методика наблюдений	52
4.3 Результаты производства инструментальных наблюдений на карьере	58
Заключение	64
Список использованной литературы	66
Приложение А	67
Приложение Б	68

ВВЕДЕНИЕ

Магистерская диссертация направлена на открытый способ разработки меднорудного месторождения Коктасжал, который отличается высокой производительностью труда, низкой себестоимостью продукции, полнотой извлечения полезных ископаемых, лучшими и сравнительно безопасными условиями работы. Полное извлечение запасов полезных ископаемых должно сопровождаться минимальными объемами вскрышных работ. В свою очередь обоснование минимума вскрыши на карьерах возможно только при правильном решении вопроса обеспечения устойчивости стационарных откосов. Технологические же аспекты должны решаться с применением инновационных технологий в виде циклично-поточной технологии с применением мощного экскаватора для погрузки горной породы после взрыва, передвижного мобильного дробильно-погрузочного комплекса, конвейеров для передвижение дробленной горной массы (забойным подвижным, мобильные мосты, магистральный) и радиального стакера на рудный склад и отвальный конвейер. Работа системы выполняется в автоматическом режиме и контролируется операторами. При этом обязательным мероприятием при обеспечении устойчивости карьерных откосов на месторождениях является геомеханический мониторинг состояния прибортовых и отвальных массивов, который включает в себя:

- выполнение маркшейдерских и инженерно-геологических наблюдений за состоянием прибортовых массивов, базирующихся на использовании комплексных инструментальных наблюдений за деформациями бортов карьеров и отвалов, обеспечивающих непрерывные наблюдения за параметрами бортов и отвалов;
- оценка и прогноз геомеханических процессов, происходящих в прибортовых массивах;
- рекомендации по оперативному изменению параметров технологических схем заоткоски откосов уступов бортов карьера;
- изучение инженерно-геологических условий отработки месторождений;
- изучение особенностей ведения технологии горных работ на карьере;
- обоснование параметров откосов, уступов и бортов карьера с учетом временных факторов с использованием вероятностных методов оценки;
- обоснование мероприятий и технических решений обеспечения безопасности технико-экономической эффективности отвальных и карьерных работ.

Комплексные высокоточные инструментальные наблюдения за деформациями бортов карьеров и отвалов, как правило, производятся специализированными организациями, имеющими материально-техническую базу и научный опыт проведения подобных работ.

1 Объект исследования

Объектом исследования является карьер Коктасжальский, который ведет разработку меднорудного месторождения Коктасжал, расположенный в Каркаралинском районе Карагандинской области.

1.1 Геологическое строение района месторождения

Геологическое строение месторождения достаточно полно описано в работах П.М.Гречушкина и Г.М.Щеперина, которыми проводилась геологическая съемка масштаба 1:50000 с уточнением отдельных элементов структур по данным Т.М.Альжанова, проводившего геологическую съемку масштаба 1:10000, а также на основании исследований Н.А.Севрюгина и А.Г.Тимофеева [1].

Район месторождения Коктасжал сложен интруктивными, эффузивно-туффогенными и осадочными породами. Среди эффузивных и осадочных отложений условно или на основании фаунистической характеристики выделяются породы карадокского яруса ордовика, эффузивно-туффогенные отложения лудловского яруса силура, туфогенно-песчаниковые образований нижнего-среднего девона, а также породы живейского и франского ярусов. Породы карадокского яруса ордовика развиты на западе района. Они имеют северо-западное простирание и представлены рассланцованными порфиритами и их туфами, нижние горизонты которых включают тонкие прослои мелкозернистых песчаников мраморизованных известняков. Мощность отложений 900-1030м. Отложения лудловского яруса силура имеют тектонический контакт с породами ордовика и развиты к востоку от последних. В районе месторождения отложения состоят из разнообразных по составу и структуре порфиритов и их туфов нижние горизонты которых перемежаются с туффогенными песчаниками, мраморизованными известняками и кремнистыми породами. Мощность отложений составляет 2120-2150 м. Отложения нижнего-среднего девона с охарактеризованными выше породами имеют тектонический контакт. Разрез отложений характеризуется присутствием пестроцветных туфов и туфолав альбитофиров, кварцевых альбитофиров, туффитов и агломератов с редкими маломощными прослоями мелкозернистых полимиктовых песчаников. Суммарная мощность отложений составляет около 2300-2400 м. Эти отложения с угловым несогласием перекрываются породами животского яруса, развитыми к северо-востоку от месторождения. Породы выполняют небольшие синклинальные прогибы. Преобладающее развитие в толще получили туфы кислого, среднего и основного составов и эффузивы. Осадочные породы присутствуют в виде редких маломощных линз и прослоев, которые состоят из известняков, песчаников сланцев и конгломератов. Мощность отложений составляет 1350-1400 м. Отложения франского яруса развиты на востоке района, где они согласно перекрывают эффузивы верхнего силура и выполняют небольшие

синклинальные прогибы. Среди отложений наибольшее распространение получили пестроцветные, туфогенные и полимиктовые, часто известковые песчаники с прослоями аргиллитов, глинистых и кремнисто-глинистых сланцев, известняков с линзами конгломератов, редко альбитофиров и андезитовых порфириров. Мощность отложений достигает 600 м. Четвертичные отложения состоят из аллювиальных и делювиально-пролювиальных образований. Аллювиальные отложения встречаются по руслам рек, временных потоков, где они представлены галечником, песком и глиной. Мощность отложений колеблется от 0,1 до 2,5 м. Делювиально-пролювиальные отложения выполняют практически все современные отрицательные формы рельефа и состоят из суглинков супесей, а также щебенисто-глинистых и щебенисто-песчано-глинистых образований. Мощность отложений колеблется от 0 до 20,0 м.

Интрузивные образования в районе месторождения представлены гранодиоритами, плагиогранитами и кварцевыми диоритами. Все они в совокупности в ядре каледонской складчатой структуры образуют сравнительно крупный Караджал-Коктасжальский интрузивный массив, протягивающийся по простиранию более чем на 25 км. Площадь массива около 80 км². этому интрузивному циклу обязаны своим происхождением ряд небольших штокообразных и дайкообразных интрузий гранитов, гранодиоритов и кварцевых диоритов, расположенных южнее и юго-западнее основного массива. Видимо в это же время внедряется и дайкообразная интрузия плагиогранит-порфира, с зонами дробления и окварцевания которой связана медная минерализация месторождения Коктасжал. Внедрение интрузивных пород сопровождалось образованием жидких и дайковых пород, представленных аплитами, плагиогранит порфирами, малхитами и керсантами. Простирание даек – восток – северо-восточное и запад – северо-западное.

Структурной особенностью района месторождения является его положение на перегибе Баян-Аул-Чингизской мобильной глыбы, на востоке ограничивающийся северо-западными ответвлениями Чингизского антиклинория, а на западе – восточной оконечностью Спасского антиклинория. Эти региональные структуры в той или иной степени влияли на процессы формирования складчатых структур района месторождения, который неоднократно подвергался воздействию мощных тектонических подвижек пликативного и разрывного характера. В результате проявления каледонской пликативной складчатости образовались главные складчатые структуры района, основной из которых является Коктасжальский антиклинорий, сложенный породами ордовика и силура, собранными в крутопадающие брахискладки северо-западного простирания. В осевой части антиклинорий прорван интрузиями плагиогранитов, гранодиоритов и кварцевых диоритов, вытянутость которых совпадает с направлением основных складчатых структур. К северо-востоку и северу от антиклинория располагается Кызылтавская брахисинклиналь, сложенная верхнедевонскими

отложениями. Породы собраны в систему линейно-вытянутых эллипсоидальных складок с сжатыми крыльями и пологими куполами северо-западного простирания.

К юго-западу от антиклинория располагается Южная брахисинклиналь, сложенная отложениями нижнего и среднего девона, которые собраны в линейно вытянутые складки северо-западного простирания с пологими углами падения пород в крыльях. Крылья главных структурных сооружений района осложнены сопряженными структурами второго и третьего порядков с крутым, иногда опрокинутым залеганием пород. Одновременно с этими структурами образуются многочисленные ослабленные зоны и глубинные разломы, по которым происходит перемещение отдельных блоков пород взбросо-надвигового характера, сопровождавшихся их смятием и дроблением.

В районе месторождения основным дизъюнктивным элементом является Коктасжалская зона смятия, представляющая собой восточное продолжение Спасской зоны. В центральной своей части она имеет мощность до 2,5 км и сужается до 0,5 км в юго-восточном и северо-западном направлениях. Наряду с образованием зоны смятия в пределах антиклинальных структур возникают зоны разломов регионального характера от северо-западного до широтного и от северо-восточного до субширотного простираний, по которым происходят перемещения отдельных крупных блоков взбросо-надвигового характера. Одним из таких блоков является замковая часть Коктасжалского антиклинория, сложенная карадокскими отложениями ордовика, которые приподняты и надвинуты на силурийские и девонские отложения. В пределах месторождения амплитуда вертикальных перемещений отдельных чешуеобразных глыб достигает 20 м.

Полезные ископаемые района характеризуются наличием двух мелких месторождений: Коктасжалским медным и Шептыкульским полиметаллическим, а также рядом полиметаллических и особенно, медных рудопроявлений, приуроченных к тектоническим трещинам и зонам дробления. Все рудопроявления не имеют практического значения. Кроме того, имеются месторождения кирпичных глин, песка, бутового камня.

Коктасжалское месторождение меди расположено в 45-47 км к западу от оцениваемого объекта. Проведенными на месторождении работами установлено, что медная минерализация представлена карбонатами меди, развитыми в различно ориентированных микротрещинах и зонах дробления, распространенных в породах ордовика. Было выявлено ряд обособленных крутопадающих зон минерализации, в которых выделены рудные линзы: Большая, Северная, Центральная, Юго-Восточная, Малая и Восточная. На глубину линзы прослеживаются от 16 до 52,7 м. общие запасы месторождения оцениваются в 989951 т руды при содержании меди 1,58%.

Шептыкульское месторождение полиметаллов расположено в 40 км к западу от Коктасжала. Оно известно с 1885г и неоднократно подвергалось ревизионным и разведочным работам. Месторождение приурочено к зонам дробления, развитым в породах карадокского яруса ордовика.

Рудовмещающие породы представлены осветленными брекчированными кварцево-серицитовыми, кварцево-серицито-хлоритовыми и серицитовыми сланцами, часто пронизанными кварцево-баритовыми и баритовыми жилами. Оруденение имеет прожилково-вкрапленный характер и представлено галенитом, сфалеритом, аргентитом, блеклыми рудами.

Рудные тела образуют крутопадающие кулисообразные линзы мощностью от 1,0 до 6,0 м., протягивающиеся по простиранию на 50-100 м. иногда на 200 м. На глубину они прослеживаются от 50 до 100 м. Наиболее богатые руды сосредоточены на Западном и Центральном участках, в пределах которых оконтурено семь рудных линз, запасы по которым составляют: свинца – 5012 т, цинка – 8688 т, серебра – 46000 кг, золота – 408 кг, при среднем содержании в рудах: свинца – 2,79%, цинка – 5,68%, серебра – 270 г/т, золота – 2,4 г/т.

1.2 Особенности геологического строения

Месторождение Коктасжал приурочено к гряде Коктасжал, вытянутой в северо-западном направлении. Рельеф сильно расчленен. Абсолютные отметки колеблются от 630 м на юго-востоке до 730 м на северо-западе. Гора Карабиик имеет абсолютную отметку 746 м. месторождение сложено эффузивно-туфогенными породами карадока, прорванными дайкоподобной интрузией плагиогранит-порфира. Широкое развитие имеют также жильные породы: диоритовые, диабазовые порфиристы, альбитофиры, кварцевые диориты и плагиограниты. Породы карадокского яруса ордовика представлены преимущественно туфами амфиболовых и плагиоклазовых порфиритов. Среди последних изредка встречаются маломощные линзы порфиритов и известняков. Простирание пород северо-западное 310-320°, падение крутое моноклиальное. Туфы порфиритов подразделяются на литокристаллокластические и кристаллокластические. В литокристаллокластических туфах обломочный материал представлен преимущественно разрушенными обломками размером до 2 мм. амфиболовых и плагиоклазовых порфиритов и обломками кристаллов плагиоклаза и амфибола. Обломочный материал резко преобладает над цементом. В обломках порфиритов вкрапленники плагиоклаза сильно разрушены и замещены серицитом, соссюритом, а некоторые зерна нацело аппротитовированы и карбонатизированы, Амфибол порфированных выделений преимущественно вторичный из группы актинолитапризмы которого обогащены лейкоксом. Изредка встречается бурая розовая обманка и выделения зеленого хлорита. Основная стекловатая масса обломков также хлоритизирована и содержит тончайшие ликролиты плагиоклаза. Обломки минералов образуют нагромождения большого количества зерен плагиоклаза и роговой обманки. Таблички плагиоклаза сильно серицитизированы с включениями хлорита и эпидота. Отдельные зерна нацело эпидотизированы, изредка альбитизированы, Амфибол типа актинолита содержит включения

лейкоксена, кальцита, магнетита и эпидота. Цемент туфов имеет резко подчиненное значение и относится к продуктам разложения стекла и перетирания кластаческого материала. Значительная доля его принадлежит эпидоту, карбонатам и хлориту. Туфы относятся к смешанному составу. Порода пронизана густой сеткой различно ориентированных эпидотовых прожилков мощность которых достигает 1-2 см.

Нередко эпидот выполняет причудливой формы пустоты размером до 2 см в поперечнике. В эпидотовых и кварц-эпидотовых прожилках наблюдаются зерна пирита, иногда последний образует самостоятельные жилки мощностью до 2-3 мм.

Порфириты на месторождении имеют подчиненное значение и наблюдаются в виде небольших линз среди туфов. Они также сильно изменены, вследствие чего первичная порфировая структура в них сохраняется редко. Порфировые выделения плагиоклаза замещены эпидотом, серицитом с незначительной примесью карбонатов, с включениями новообразованного кварца и альбита. Основная масса пилотокситовая. Она сильно изменена и перекристаллизована, микролиты плагиоклаза полностью альбитизированы. Порфириты раздроблены и рассланцованы. Трещины в породе выполнены эпидотом и кварцем. Являясь вмещающими породами интрузии плагиогранит-порфиров порфириты и туфы образуют многочисленные ксенолиты в ней, размер которых колеблется от 10 до 100 м. Нередко породы ксенолитов полностью превращены в хлорито-серицитовый сланец.

Интрузивные породы месторождения представлены интрузией плагиогранит-порфира и плагиогранитами Каражал-Коктасжальского интрузивного массива. Плагиогранит-порфиры по отдельным выходам прослеживаются по простиранию пород более 1800 м. Падение интрузии изменяется от северо-западного 85-87°, до северо-восточного 87-89°, мощность от 10 до 70 м. Структура породы полнокристаллически порфировая с микрокристаллической и тонкокристаллической основной массой. В приконтактных зонах структура породы микрогранитовая. В интенсивно дислоцированных участках структура изменяется в порфиробластовую с микролепидогранобластовой основной массой. Текстура в большинстве случаев сланцевая линейно-параллельная. Основными минералами породы являются плагиоклаз и кварц, которые обычно наблюдаются в виде двух генераций и присутствуют в порфировых выделениях и в основной массе. Другие минералы: серицит, хлорит, эпидот и кальцит являются вторичными и развиты слабо. Рудные минералы представлены сульфидами меди, апатитом, топазом, лейкоксом. Плагиоклаз порфировых выделений представлен сравнительно крупными табличками и зернами олигоклаза, олигоклаз-андезита. Плагиоклаз значительно деформирован. Обилие микротрещин заполнено карбонатом, серицитом, эпидотом и тонко перетертым кварцево-полевошпатовым материалом. Местами вдоль трещин откладывается хлорит с примесью рудных минералов. Вкрапленники кварца также сильно

деформированы. Многочисленные трещины внутри зерен заполнены кварцевым материалом и кальцитом. С такими участками тесно связан хальконирит, иногда пирит, которые располагаются вдоль трещин перетирания или на границе граней кварца, как бы раздвигая их и окаймляя тонкой оторочкой. Местами сульфиды меди играют роль цемента для крупных зерен кварца. Кроме плагиоклаза и кварца в виде порфировых выделений встречается также хлорит, представленный изогнутыми разрушенными пластинками с включениями лейкоксена или других продуктов разрушения титаносодержащих минералов. В приконтактных зонах с вмещающими породами отмечается некоторое обогащение плагиогранит-порфира темноцветными минералами, а порода в целом превращается в гранодиорит-порфиры и даже в кварцевые диоритовые порфириты. Как правило плагиогранит-порфиры почти повсеместно раздроблены катаклазированы. Многочисленные трещины способствовали образованию кварцевых и кварцево-карбонатных прожилков и жил мощностью от долей мм до 2-5, иногда до 10-70 см. На северо-востоке месторождения отдельные кварцевые жилы достигают мощности 6-10 м, а в юго-западной части интрузии отмечаются кварцевые штоки значительных размеров, протягивающиеся по простиранию до 350 м. На северо-западе месторождения, в пределах зоны оруденения, широко развиты кварц-халькопиритовые и кварц-халькопирит-борнитовые прожилки.

Плагиограниты Караджал-Коктасжальского интрузивного массива наблюдаются в виде небольших ответвлений на востоке месторождения. Порода имеет гипидиоморфнозернистую и состоит из плагиоклаза, кварца, на фоне которых выделяются редкие псевдоморфозы хлорита и эпидота, заключающие в себе мелкие зерна лейкоксена, магнетита и апатита. Жильные породы на месторождении имеют широкое распространение и представлены дайками микроплагиогранитов, диабазовых и диоритовых, порфиритов и альбитофиров. Наиболее распространенными среди них являются диоритовые и диабазовые порфириты. Мощность даек колеблется от 1 до 10 м, протяженность по простиранию – от 30 до 500 м. Простирание северо-западное 300-330°, падение крутое юго-западное, иногда северо-восточное. Гидротермальные изменения пород на месторождении проявлены крайне неравномерно и заключались в хлоритизации, эпидотизации и серицитизации. В других участках, кроме перечисленных, существенное значение имело окремнение пород, вплоть до образования вторичных кварцитов. Для вторичных кварцитов характерной является давленная аллотриоморфно-зернистая макрокристаллическая, местами близкая к роговиковой структуре. Порода состоит из аллотриоморфно-зернистого кварца, зерна которого часто содержат унаследованные включения крипточешуек хлорита и серицита. Редко в общей кварцево-хлоритовой массе видны реликты почти нацело замещенного плагиоклаза с расплывчатыми очертаниями, сливающимися с общей массой породы. Широко развитые микротрещины заполнены хлоритом и кварцево-плагиоклазовым материалом с примесью карбоната, рудного

минерала и топаза. Повсеместно вторичные кварциты наблюдаются в виде узких вытянутых полос, перемежающимися с менее измененными породами, насыщенным хлоритом, эпидотом и серицитом. На северо-западном фланге месторождения ширина полос окремненных пород колеблется от 8 до 30 м, а их простираие совпадает с простираием интрузии плагиогранит-порфиров. На глубину мощность вторичных кварцитов не увеличивается, а в некоторых случаях она имеет тенденцию к выкликиванию, при этом отмечаются резкие переходы от сильно окремненных участков к менее окремненным но сильно хлоритизированным участкам. Кроме окремнения пород отмечается наличие густой сетки различно ориентированных кварцевых прожилков. Они в одинаковой степени развиты как в пределах интрузии плагиогранит-порфиров, так и во вмещающих ее породах. Наиболее широко кварцевые прожилки развиты в северо-западной части месторождения, в пределах выходов интрузии и во вмещающих ее породах. Здесь на отдельных участках кварцевые прожилки составляют 60-80% от массы породы, в результате чего вмещающие породы превращены в хлоритовые и серицитовые сланцы с сохранением небольших (2-4 см в поперечнике) участков первичной породы. Такие кварцевые участки образуют штоки (Северный, Южный и Восточный). Восточный шток является самым крупным как по протяженности, так и по мощности. В тектоническом плане месторождение расположено в ядре каледонской складчатой структуры (Коктасджальский антиклинорий), осложненной разрывными нарушениями. Одним из таких нарушений является Южный разлом. В западной части разлом располагается в пределах интрузии плагиогранит-порфира, тяготея к северо-восточному ее контакту, захватывая местами и вмещающие интрузию породы. Между разведочными профилями 10-13 (чрт5-7) по диагонали он пересекает интрузию и рудную зону и далее к юго-востоку проходит по плагиогранит-порфирам уже вблизи ее юго-западного контакта. В районе разведочного профиля 6 (чрт5) начинается Северный разлом, идущий параллельно Южному разлому. Он также располагается в основном в интрузии плагиогранит-порфира. Кроме нарушений северо-западного направления широко развиты также нарушения северо-восточного направления. Основные нарушения этого направления получили названия: Западный, Центральный и Восточный. Западным разломом ограничивает оруденение с запада, а Восточным – с востока. Таким образом, месторождение представляет собой тектонический блок, ограниченный разломами северо-западного и северо-восточного направлений.

1.3 Гидрогеологические особенности разработки месторождения

На месторождении оруденение располагается в одной минерализованной зоне, залегающей почти вертикально. Мощность зоны колеблется от 50 до 75 м, по простираию она прослежена на 850 м. Оруденение локализовано в сильно окварцованных плагиогранит-порфирах и, частично, окварцованных порфиритах. Водоносность этих пород связана с

верхней трещиноватой и выветрелой зоной и с зонами тектонических разломов. Водовмещающими породами являются плагиогранит-порфиры и порфириты. Зона открытой трещиноватости, обусловленная процессами выветривания, развита до глубины 10-20, реже до 30-40 м, увеличиваясь по тектоническим нарушениям до 100 м. Воды относятся к трещинным и трещинно-жильным. Глубина их залегания, в зависимости от гипсометрического положения местности, колеблется от уровня земной поверхности до 100 м, в большинстве случаев составляет 20-30 м. воды носят грунтовый характер и имеют свободную поверхность. Обводненность зоны выветривания определялось опытными откачками. Согласно данных 18 откачек, проведенных в пределах рудной зоны, удельный расход воды в скважинах колеблется в пределах 0,004-0,014 л/сек. С увеличением глубины откачки расход воды уменьшается. Это обстоятельство свидетельствует о том, что грунтовые воды локализуются в основном в трещинах выветривания. Поэтому приток воды в карьер должен быть весьма незначительным и колебаться в пределах 20-50 м³/час. В процессе дальнейшей разведки месторождения гидрогеологические условия его будут уточнены.

По сложности инженерно-геологических условий разработки месторождение относится к простым. Они характеризуются слабовсхолмленным рельефом местности и наличием малодислоцированных, слабовыветрелых интрузивных пород. Преобладают крепкие разности: окварцованные плагиогранит-порфиры и порфириты.

Медно-молибденовое оруденение не имеет четких границ с вмещающими породами, поэтому как руды, так и породы характеризуются примерно одинаковыми коэффициентами крепости (10-12) по шкале проф. М.М.Протоdjаконова. Тектонические трещины и зоны дробления обычно залечены кварцевыми прожилками различной ориентировки, что является весьма благоприятным фактором для увеличения устойчивости пород и руд.

Падение редко встречающихся открытых тектонических трещин и зон дробления согласное с падением рудных тел. Такие трещины и зоны наблюдаются в пределах рудных тел. Во вмещающих породах они не встречались. Поэтому борта карьера должны быть устойчивыми. Глубокие шурфы (до 30м) и рассечки из них протяженностью до 30м на месторождении проходились без крепления.

Количество рыхлых пород не велико. Они представлены щебнем, супесями и суглинками. Их коэффициент крепости равен 0,1-1,0. Влажность руд и пород колеблется от 1,12 до 0,05% и в среднем составляет 0,50% для окисленных руд и 0,12% - для сульфидных руд. Коэффициент разрыхления находится в пределах 2-2,2. Объемный вес сульфидных руд равен 2,64 т/м³, окисленных – 2,60 т/м³, вмещающих пород – 2,60 т/м³. Руды силикозоопасны. По данным анализов проб руды количество свободного кремнезема колеблется от 47 до 52%.

Выводы по 1 главе

Изучено геологическое строение горного массива в прибортовых зонах и выявлены основные структурные нарушения. Определены типы пород, слагающие прибортовые массивы: кварцит по порфиритам, гранодиорит по порфиритам, порфириты и туфы. В структурном отношении месторождение находится в ядре каледонской складки регионального характера. Через все месторождение в северо-западном и юго-восточном направлениях проходит Южный разлом. На месторождении широко развиты тектонические трещины северо-восточного направления. Раздробленные породы сцементированы гидротермальными кварцевыми растворами. Падение интрузии плагиогранит-порфира изменяется от 85° до 89°.

Широкое развитие имеют также жильные породы: диоритовые, диабазовые порфириты, альбитофиры, кварцевые диориты и плагиограниты. Породы карадокского яруса ордовика представлены преимущественно туфами амфиболовых и плагиоклазовых порфиритов. Среди последних изредка встречаются маломощные линзы порфиритов и известняков. Простираание пород северо-западное 310-320°, падение крутое моноклиналиное. Туфы порфиритов подразделяются на литокристаллокластические и кристаллокластические.

По сложности инженерно-геологических условий разработки месторождение относится к простым. Они характеризуются слабовсхолмленным рельефом местности и наличием малодислоцированных, слабовыветрелых интрузивных пород. Преобладают крепкие разности: окварцованные плагиогранит-порфиры и порфириты. Медно-молибденовое оруденение не имеет четких границ с вмещающими породами, поэтому как руды, так и породы характеризуются примерно одинаковыми коэффициентами крепости (10-12) по шкале проф. М.М.Протоdjяконова. Тектонические трещины и зоны дробления обычно залечены кварцевыми прожилками различной ориентировки, что является весьма благоприятным фактором для увеличения устойчивости пород и руд.

2 Исследование устойчивости бортов карьера «Коктасжал»

Оценка устойчивости бортов карьеров на первом этапе осуществляется на основе анализа геологического строения прибортовых массивов по выделенным разрезам, изучения прочностных свойств горных пород, слагающие прибортовые массивы, с обоснованием их расчетных значений и выбора методов расчета по оценке устойчивости откосов [2, 3, 5, 6].

2.1 Изучение прочностных свойств горных пород

Для детального изучения физико–механических свойств горных пород на месторождении дополнительно в 2015 г. пробурены 6 (шесть) инженерно-геологических скважин для отбора керна и определения по ним физико-механических свойств горных пород прибортовых массивов северо-восточного (скважины С-3 и С-4), юго-западного (скважины С-5, С-6), а также торцовых частей предполагаемого карьера (скважины С-1 и С-2). На основе отобранных кернов по вышеуказанным скважинам проведены исследования физико-механических свойств горных пород в лабораторных условиях Институтом горного дела им. Д.А. Кунаева, г. Алматы. Основные результаты исследований пород приведены в отчете [2], а обобщенные данные исследований физико-механических свойств пород по глубине приведены в таблице 2.1.

В связи с тем, что в институте ГД им. Кунаева Д.А. при проведении исследований породных образцов не производились испытания образцов на срез под углами наклона 30°, 35 ° и 45 ° для определения сцепления пород и угла внутреннего трения, то они вычислялись по известным формулам.

Для исключения этого недостатка дополнительно были отбраны образцы из оставшихся кернов по пробуренным скважинам и направлены в лабораторию ТОО «Центргеоаналит» (г. Караганда), где были проведены дополнительные испытания на срез для определения сцепления и угла внутреннего трения пород на различной глубине. Результаты изучения сведены в таблицу 2.2.

С целью получения расчетных прочностных характеристик пород, таких как сцепление (k) и угол внутреннего трения (ρ), которые являются основными при расчетах устойчивости бортов карьера. Сначала необходимо получить значения сцепления в массиве K_m через известные значения в образце (куске) с учетом коэффициента структурного ослабления λ_0 . Вычисление значений λ_0 сведены в таблицу 2.3, а оно вычисляется по формуле:

$$\lambda_0 = 1 / (1 + a' \cdot \ln H / e), \quad (2.1)$$

где a' – коэффициент, берущийся из таблицы 2 [3],

H – глубина залегания породы;

l – размер структурного блока.

Далее вычисляем значения сцепления в массиве k_m и расчетные их значения, учитывающие коэффициент запаса $n_3 = 1,2$.

Полученные значения расчетных прочностных характеристик пород (k_p и ρ_p) сведены в таблицу 2.2, средние расчетные характеристики прочности бортов карьера «Коктасжал» - в таблицу 2.3.

Таблица 2.1 – Обобщенные данные испытаний горных пород ИГД им. Д.А. Кунаева

Наименование породы	Глубина	Объемный вес $\gamma \cdot 10^{-3}$, гс/см ³	Сцепление, МПа	Угол внутреннего трения, град
Порфириты	10	2,54	17,26	38
0-100м	25	2,54	20,0	47
	32	2,48	8,5	34
	50	2,62	4,0	40
	52	2,54	8,0	33
	62	2,54	4,5	30
	67	2,54	5,2	30
	70	2,54	6,0	32
	72	2,62	4,0	30
	79	2,54	14,0	22
	80	2,62	4,0	40
	81	2,62	7,0	35
	82	2,62	6,2	33
	85	2,54	13,0	26
	98	2,54	12,5	34
	98	2,54	13,0	27
	100	2,54	12,0	28
		2,56	9,36	32,88
100-200м	104	2,54	10,0	19
	120	2,54	16,0	40
	122	2,54	9,5	33
	130	2,54	5,0	32
	146	2,54	22,0	42
	147	2,54	19,0	40
	195	2,54	2,5	24
		2,55	10,79	31,63
200-300м	205	2,45	12,0	41
	210	2,45	15,0	39
	213	2,45	8,9	32
	220	2,62	4,1	20
	265	2,62	4,7	18
		2,52	8,94	30,00

Таблица 2.2 – Обобщение результатов испытаний горных пород по данным ТОО «Центргеоаналит» (2015 г.)

№ п/п	№ Скважины	Тип породы	глубина отбора образца, от-до	сж. сух, МПа	срас. сух, МПа	σ срез 30°, МПа	τ срез 30°, МПа	σ срез 35°, МПа	τ срез 35°, МПа	σ срез 45°, МПа	τ срез 45°, МПа	Угол внутреннег о трения φ, град	Сила сцеплени я С, МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	ИГС-3 (42-50)	вторичные кварциты	42-52	-	-	11,6	20,1	20	28,6	38,4	38,4	34	12,14
Вторичные кварциты 0-100 м				-	-	11,6	20,1	20	28,6	38,4	38,4	34	12,14
4	ИГС-3 (251-320)	вторичные кварциты	251-320	-	-	18,8	32,5	32,2	46	61,2	61,2	34	19,85
Вторичные кварциты 200-300 м						18,8	32,5	32,2	46	61,2	61,2	34	19,85
1	ИГС-3 (5-42)	кварциты по порфиритам	5-42	65,9	5,7	7,9	13,6	23,7	33,8	29,5	29,5	36	7,85
11	ИГС-5 (80-100)	кварцит по порфиритам	80-100	-	-	9,5	16,5	33,1	47,2	32,4	32,4	35	9,85
Кварцит по порфиритам 0-100 м				65,9	5,7	8,7	15,05	28,4	40,5	30,95	30,95	36	8,85
12	ИГС-5 (100-140)	кварцит по порфиритам	100-140	125,1	12,7	23	39,9	51	72,9	73,4	73,4	34	24,55
14	ИГС-6 (150-180)	кварцит по порфиритам	150-180	-	-	10,7	18,5	17,1	24,4	26	26	26	13,33
3	ИГС-3 (155-251)	кварциты по порфиритам	155-251	-	-	18,2	31,4	26,4	37,6	50,4	50,4	30	20,77
15	ИГС-6 (190-270)	кварцит по порфиритам	190-270	-	-	14,3	24,8	26,6	38	46,7	46,7	34	15,16

продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Кварцит по порфиритам 100-200 м				125,1	12,7	16,55	28,65	30,275	43,225	49,125	49,125	31	18,4525
16	ИГС-6 (270-300)	кварцит по порфиритам	270-300	-	-	5,1	8,8	5,1	7,3	37	37	41	4,32
8	ИГС-4 (272-297)	кварцит по порфиритам	272-297	-	-	15,7	27,3	26,9	38,4	41,3	41,3	29	18,62
Кварцит по порфиритам 200-300 м				-	-	10,4	18,05	16	22,85	39,15	39,15	35	11,47
9	ИГС-5 (0-30)	порфирит	0-30	-	-	13,9	24,1	19,6	28	26,5	26,5	11	21,45
5	ИГС-4 (6-50)	порфирит	6-5	131,2	13	29,6	51,3	38,3	54,7	99	99	35	30,96
13	ИГС-6 (20-50)	порфирит	20-50	20,5	1,7	2,4	4,2	5	7,2	6,2	6,2	28	2,93
10	ИГС-5 (30-80)	порфирит	30-80	-	-	15,7	27,1	23,8	34	48,9	48,9	33	16,85
Порфирит 0-100 м				75,85	7,35	15,4	26,675	21,675	30,975	45,15	45,15	27	18,0475
6	ИГС-4 (141-190)	порфирит	141-190	-	-	20,3	35,2	21,9	31,3	44,1	44,1	20	27,64
Порфирит 100-200 м				-	-	20,3	35,2	21,9	31,3	44,1	44,1	20	27,64
7	ИГС-4 (190-272)	порфирит	190-272	-	-	11,3	19,6	22,2	31,6	44,5	44,5	37	11,1
Порфирит 200-300 м				-	-	11,3	19,6	22,2	31,6	44,5	44,5	37	11,1

Таблица 2.3 – Расчет коэффициента структурного ослабления λ_0

Наименование типов пород	Глубина залегания пород H , м	Сцепление в образце, МПа	Коэффициент a'	Размер структурного блока l , м	λ_0
Кварциты по порфиритам в коре выветривания	30	12,14	3	0,5	0,075
Кварциты по порфиритам на глубине 100 м	100	13,30	3	0,6	0,061
Кварциты по порфиритам на глубине 200 м	200	24,60	6	1,0	0,030
Кварциты по порфиритам на глубине 300 м	300	20,00	6	1,5	0,030
Гранодиорит порфиры на глубине 300 м	300	30,9	7	0,8	0,024

Таблица 2.4 – Обоснование расчетных значений сцепления и углов внутреннего трения пород

Наименование типов пород	Глубина залегания пород, м	Сцепление в образце, МПа	Сцепление в массиве, МПа	Сцепление в массиве с запасом $k_3=1,2$, МПа	Угол внутреннего трения, градус	Расчетный угол внутреннего трения, градус	Объемный вес, т/м ³
Кварциты по порфиритам в коре выветривания	30	12,14	0,914	0,381	34,4	29,71	2,62
Кварциты по порфиритам на глубине 100 м	100	13,30	0,814	0,678	34	29,34	2,62
Кварциты по порфиритам на глубине 200 м	200	24,60	0,750	0,625	34	29,34	2,62
Кварциты по порфиритам на глубине 300 м	300	20,00	0,610	0,508	35	30,26	2,62

2.2 Выбор методов оценки устойчивости бортов карьера

Для оценки состояния устойчивости откосов уступов и бортов карьера на практике получили наибольшее распространение следующие способы расчета [11]:

- способ алгебраического сложения сил;
- графоаналитический способ (ВНИМИ).

Когда в массиве горных пород нет поверхностей ослабления, падающих в сторону выемки или горизонтальных, применяется схема расчета, характеризующаяся тем, что в этом случае поверхность скольжения можно принимать круглоцилиндрической, а коэффициент запаса устойчивости определять методом алгебраического сложения удерживающих и сдвигающих сил по этой поверхности.

Графо-аналитический способ определения параметров устойчивых откосов (способ ВНИМИ) заключается в определении параметров предельного откоса (высота H , угол наклона α и ширина призмы возможного обрушения) по графикам Г.Л. Фисенко [4, 5]. При расчете параметров откоса используют средневзвешенные значения пород массива k_{cp} , ρ_{cp} и γ_{cp} , в которые предварительно вводится коэффициент запаса n_3

$$k_n = k_{cp} / n_3; \quad tg \rho_n = tg \rho_{cp} / n_3. \quad (2.2)$$

Графиком пользуются в следующем порядке:

-определяют величину

$$H_{90} = \frac{2k}{\gamma} \cdot ctg(45^\circ - \rho / 2); \quad (2.3)$$

-если задана высота борта H , то необходимо определить его угол наклона α , для этого сначала определяют величину

$$H' = H / H_{90}, \quad (2.4)$$

по расчетному значению ρ на оси абсцисс находят угол откоса α .

Если необходимо определить высоту откоса, по заданному углу наклона борта через точку на оси абсцисс, соответствующую значению заданного угла, проводят ординату до кривой, соответствующий расчетному углу внутреннего трения ρ_n ; на оси ординат определяют условную высоту откоса H' ; истинную высоту откоса определяют по формуле:

$$H = H' \cdot H_{90}. \quad (2.5)$$

Широкое использование вычислительной техники потребовало разработки теоретически обоснованных численно-аналитических способов расчета, позволяющих исключить трудоемкие аналитические расчеты вручную и графические построения. В развитие способа Г.Л. Фисенко с учётом применения современной вычислительной техники П.С. Шпаковым и др.[11] разработан численно-аналитический способ расчёта, в котором в результате анализа различных вариантов, удовлетворяющих основным положениям теории предельного равновесия, может быть однозначно установлено местоположение поверхности скольжения в откосе. Определённая универсальность этого способа позволила создать единую методику расчёта параметров предельного откоса или откоса с заданным коэффициентом запаса устойчивости численно-аналитическим способом для широкого диапазона изменения горно-геологических условий.

Для всего многообразия горно-геологических условий прибортового массива в результате исследований предложено восемь основных моделей приоткосного массива, представлена несколькими расчётными схемам (рисунок 2.1).

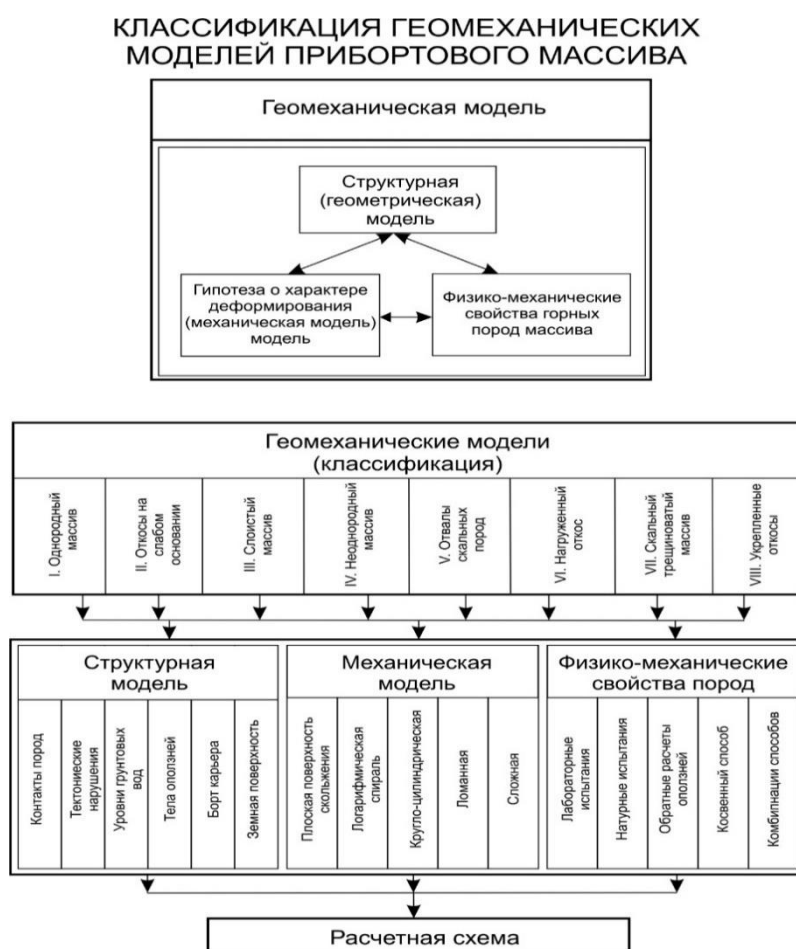


Рисунок 2.1 – Структурно-логическая схема анализа геомеханических моделей на основе системного подхода

Все элементы геомеханической модели находятся в тесной взаимосвязи друг с другом. С точки зрения системного подхода каждая подсистема (структурная модель, механическая модель и физико-механические свойства пород) должна быть рассмотрена с детальностью, обеспечивающей надёжную оценку поведения всей системы «геомеханическая модель массива», в которую она входит как составной элемент. В соответствии с этим детальное изучение одного или двух элементов (подсистем) при грубом рассмотрении остальных элементов создаёт лишь видимость математической точности решения задачи, не гарантируя высокой достоверности конечных результатов. Поэтому получение соответствующих результатов возможно на основе изучения всех элементов системы на одном уровне, соответствующем стадии освоения месторождения и уровню научных достижений в исследуемой проблеме. По мере разработки месторождения увеличивается объём и качество исходной информации об объекте исследований (массиве горных пород), что способствует повышению уровня изученности как отдельных элементов (подсистем), так и систем в целом.

Обобщенные схемы после расчета устойчивости откосов приведены на рисунке 2.2.

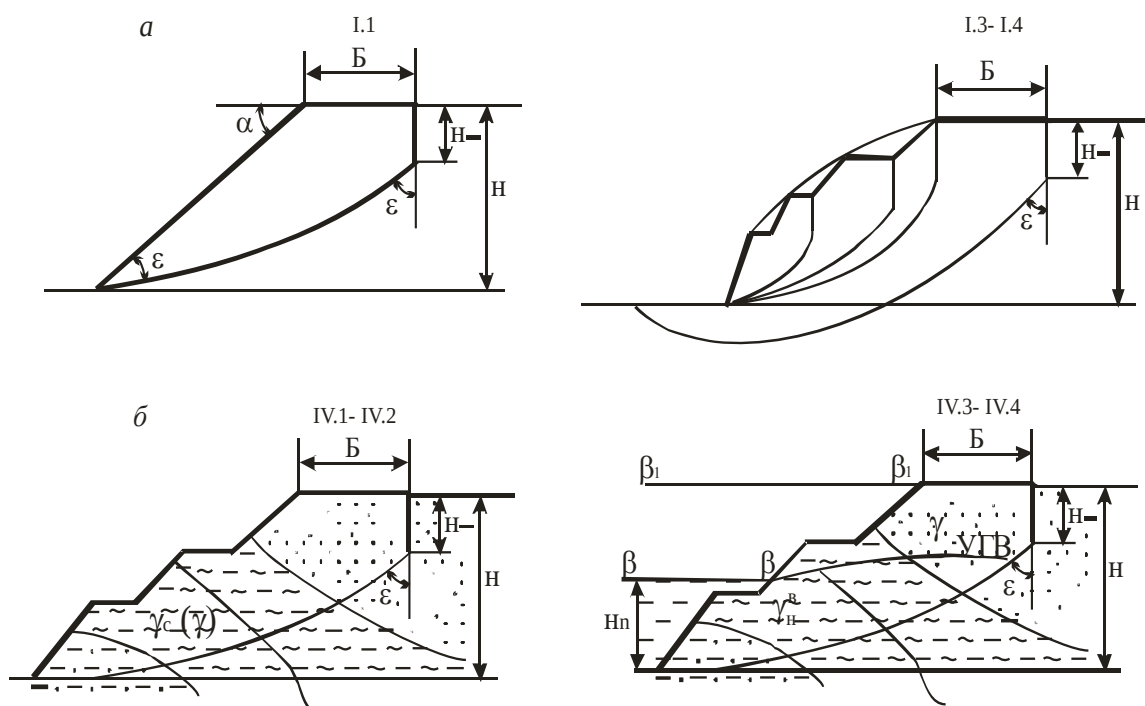


Рисунок 2.2 – Обобщенные схемы расчета устойчивости откосов для геомеханических моделей

Использование геомеханической модели однородного массива позволяет решить задачу в первом приближении. С помощью применения геомеханической модели неоднородного массива с учетом основных горно-геологических факторов задача решается наиболее точно.

2.2.1 Квазиизотропный массив

Методика расчетов устойчивости откосов в однородном массиве основана на принципе интегрирования сил по наиболее напряженной поверхности с применением ЭВМ; теоретические основы способа изложены в работе [4, 8, 10, 11, 12].

В предлагаемом способе используется модель «расчлененного» отсека обрушения, разложение сил производится по схеме К. Терцаги; в качестве поверхности скольжения применяется круглоцилиндрическая поверхность, построение которой отвечает основным положениям теории предельного равновесия сыпучей среды. Основной недостаток разложения сил по схеме сил К. Терцаги (не учет сил взаимодействия между блоками) устраняется методом интегрирования по поверхности скольжения. Положение этой поверхности в массиве устанавливается на основе результатов расчета на ЭВМ коэффициента запаса устойчивости по ряду потенциальных поверхностей скольжения с использованием метода последовательных приближений.

Построение поверхности скольжения выполняется в следующей последовательности (рисунок 2.3).

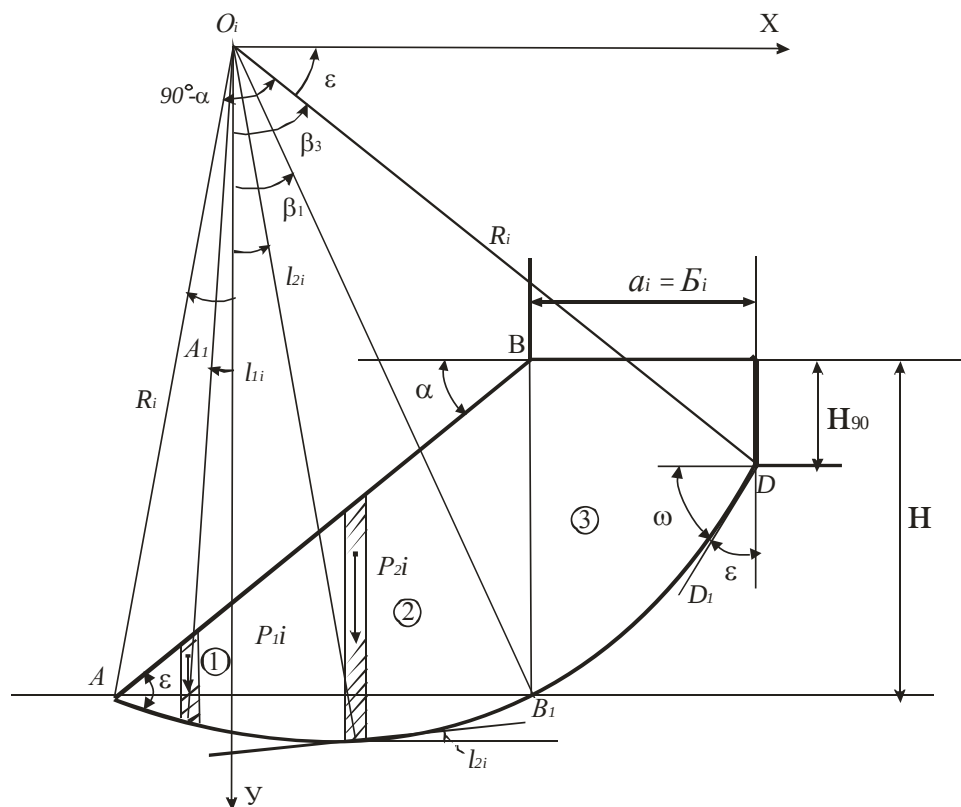


Рисунок 2.3 – Расчетная схема для геомеханической модели однородного массива

Поверхность скольжения начинается с глубины H_{90} , отстоящей от верхней бровки откоса на расстоянии B_i ; ниже она располагается под углом

$\mu = 45^\circ - \rho/2$ к вертикали и представляет собой дугу окружности R ; затем круговая кривая переходит в прямолинейный участок и выходит в откос под углом ε .

Для решения конкретной задачи задаются шириной призмы возможного обрушения от B_{min} до B_{max} с шагом $\Delta B = (B_{max} - B_{min})/N$. Затем для каждого значения $B = const$ строится ряд поверхностей скольжения с радиусом R_i изменяющимся в зависимости от геометрии откоса от $R_{min} = H_{90} / \sin \varepsilon$ до $R_{max} = (H_{90} \cdot \cos \alpha + B \cdot \sin \alpha) / \sin(\alpha + \varepsilon) - \cos \varepsilon$ с шагом ΔB .

Решение задачи осуществляется на ПЭВМ. В зависимости от поставленной цели программа позволяет решать следующие задачи:

1. По заданным физико-механическим характеристикам пород массива k, ρ, γ и углу откоса α определить предельную высоту H и ширину призмы возможного обрушения B .

2. По заданным физико-механическим характеристикам пород массива k, ρ, γ и высоте откоса H определить предельный угол откоса α и ширину призмы возможного обрушения B , отвечающую этой высоте.

3. Оценить степень устойчивости реального откоса, т.е. определить минимальный коэффициент запаса устойчивости откоса заданного профиля с известными параметрами H, α и физико-механическими характеристиками пород массива k, ρ и γ .

Численно-аналитический способ обладает большей по сравнению с другими универсальностью, так как позволяет одновременно учесть ряд геологических и техногенных факторов, таких как профиль борта, литологические разности породного массива, гидрогеологические условия, тектоническую нарушенность, влияние внешней нагрузки от горно-транспортного оборудования и наличия внешних и внутренних отвалов пригужающих борта карьера.

2.2.2 Трещиноватый массив

Данная модель используется (рисунок 2.2) при расчете устойчивости бортов карьера произвольной формы в сложных горно-геологических условиях [3, 8].

Принципиальная схема расчета устойчивости откосов в неоднородных массивах для всех четырех расчетных схем заключается в следующем.

1. На геологическом разрезе, построенным вкрест простирания борта карьера, наносится проектный либо реальный контур борта карьера и уровень подземных вод.

2. Производится описание контактов пород между слоями, поверхности скольжения и контура борта карьера по таблично заданным функциям путём локальной интерполяции полиномами малой степени или сплайнами. Для

этого выбирается система координат XIU с началом координат в нижней бровке откоса. Ось X при этом направляют вглубь массива, ось U – вертикально. На разрезе отмечают характерные (узловые) точки для каждого контура и контакта, одновременно указывается, какую интерполяцию производить между узловыми точками – линейную или квадратичную. Нумерация контактов производится снизу вверх, а узловых точек в пределах контакта – по мере увеличения абсцисс узловых точек.

Вычисление координат промежуточных точек производится по программам INTPOL и SPOSGCT9, в которых по таблично заданной функции (x_i, y_i) в системе координат (XIU) производится её описание «скользящим» интерполирующим многочленом Лагранжа (СИМЛ).

3. Приблизительно строится поверхность скольжения (в дальнейшем её местоположение уточняется методом последовательных приближений), для которой определяются средние расчетные характеристики k_{cp} , $tg\rho_{cp}$ и γ_{cp} .

Средние расчетные характеристики вычисляются как средневзвешенные.

После этого вычисляется коэффициент устойчивости.

Для борта карьера произвольной формы в однородном массиве расчет выполняется по программе SPTKZY7.

Определение коэффициента запаса устойчивости борта карьера произвольной формы в сложных горно-геологических условиях выполняется исходя из выражения:

$$n = \frac{k_{cp}}{k_{cp.nped.}} = \frac{tg\rho_{cp}}{tg\rho_{cp.nped.}} = \frac{k_i}{k_{i.nped.}} = \frac{tg\rho_i}{tg\rho_{i.nped.}}. \quad (2.6)$$

Расчет выполняется по программе SPOSGS33, составленной по выше приведенному алгоритму с учетом алгоритма программы SPTKZY7 (однородный массив).

2.3 Результаты оценки устойчивости бортов карьера

В предлагаемом способе используется модель «расчлененного» отсека обрушения, разложение сил производится по схеме К. Терцаги; в качестве поверхности скольжения применяется круглоцилиндрическая поверхность, построение которой отвечает основным положениям теории предельного равновесия сыпучей среды. Основной недостаток разложения сил по схеме сил К. Терцаги (не учет сил взаимодействия между блоками) устраняется методом интегрирования по поверхности скольжения. Положение этой поверхности в массиве устанавливается на основе результатов расчета на ЭВМ коэффициента запаса устойчивости по ряду потенциальных поверхностей скольжения с использованием метода последовательных приближений.

Для производства расчетов по оценке устойчивости бортов карьера были использованы выделенные геологические разрезы с нанесенными на них профилями бортов. Расчеты выполнены по геологическим разрезам (рис.2.5-2.12): О-О, III-III, V-V, VI-VI, VIII-VIII, X-X, XII-XII и XV-XV по северо-восточному и по юго-западному бортам карьера (рисунок 2.4). Оценка устойчивости бортов карьера выполнена в следующей последовательности: вначале оценен предложенный проектный контур борта, где коэффициент запаса устойчивости бортов колебался от 1,05 до 1,18. При этом высота борта карьера составляла от 324 м до 294 м, а углы наклона плоских бортов колебались от 52° до 58°. Полученные значения коэффициентов запаса бортов говорят о недостаточной их устойчивости, согласно существующей инструкции МЧС РК от 2008 г. коэффициенты запаса устойчивости борта карьера должен быть 1,3 и выше при сроке службы карьера более 10 лет.

Для достижения допустимого значения коэффициента запаса устойчивости отстроены борта карьера выпуклой формы путем выполаживания бортов в верхней части. При этом генеральный плоский угол наклона северо-восточного борта колеблется от 47° до 52°, а эквивалентный плоский колеблется от 46° до 49°. Что же касается юго-западного борта, то генеральный плоский угол наклона колеблется от 46° до 47°, а эквивалентный плоский – от 52° до 53°. В этих случаях коэффициенты запаса устойчивости бортов колеблются от 1,21 до 1,32 (таблица 2.5).

Выводы по 2 главе

Обоснованы расчетные прочностные характеристики пород прибортовых массивов карьера на основе усредненных данных лабораторных исследований физико-механических свойств горных пород. В полученное значение сцепления в массиве вводится коэффициент запаса, равный 1,2, согласно существующим методическим указаниям.

Выбраны методы расчета устойчивости бортов карьера, которые надежно апробированы на практике при обосновании параметров бортов карьера Коктасжал и выполнена оценка устойчивости бортов по выделенным геологическим разрезам с учетом проектного и рекомендуемого контуров бортов карьера. Расчеты выполнены по геологическим разрезам: О-О, III-III, V-V, VI-VI, VIII-VIII, X-X, XII-XII и XV-XV по северо-восточному и по юго-западному бортам карьера. Оценка устойчивости бортов карьера выполнена в следующей последовательности: вначале оценен предложенный проектный контур борта, где коэффициент запаса устойчивости бортов колебался от 1,05 до 1,18. При этом высота борта карьера составляла от 293 м до 320 м, а углы наклона плоских бортов колебались от 52° до 58°. Полученные значения коэффициентов запаса бортов говорят о недостаточной их устойчивости, согласно существующей инструкции МЧС РК от 2008 г. коэффициенты запаса устойчивости борта карьера должен быть 1,3 и выше при сроке службы карьера более 10 лет.

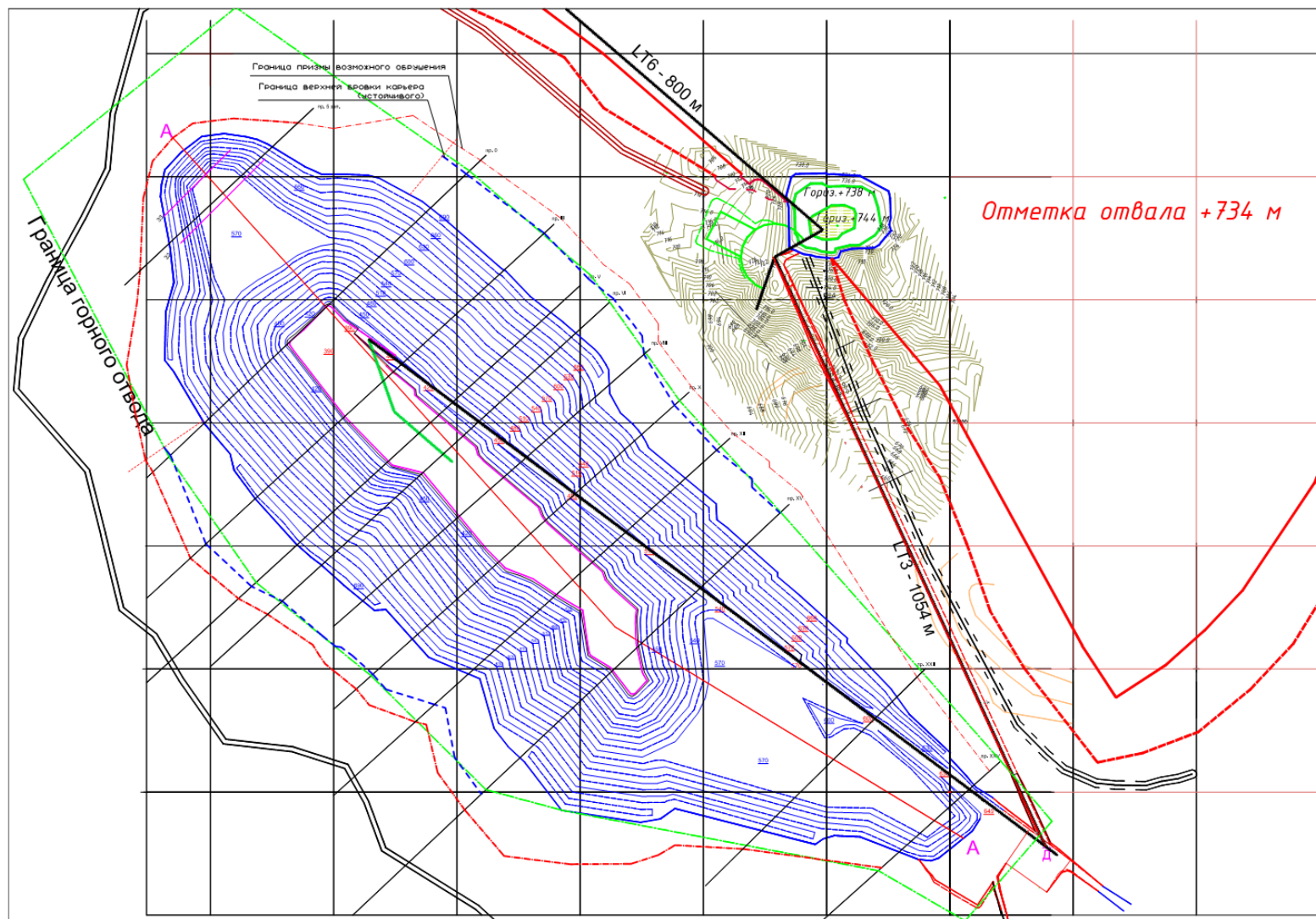


Рисунок 2.4 – План карьера с расчетными профилями

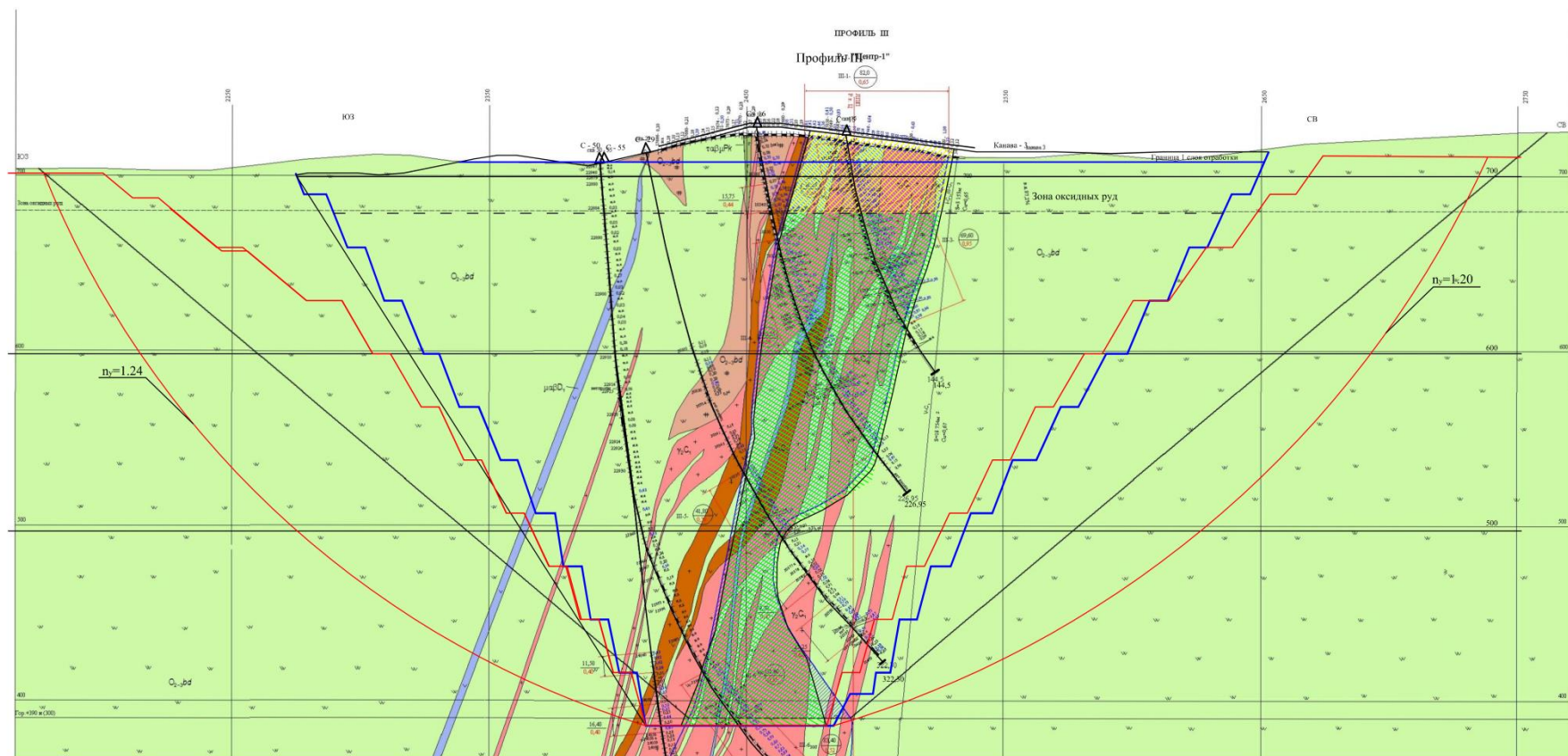


Рисунок 2.6 – Профиль по линии III-III с результатами расчета по рациональному контуру

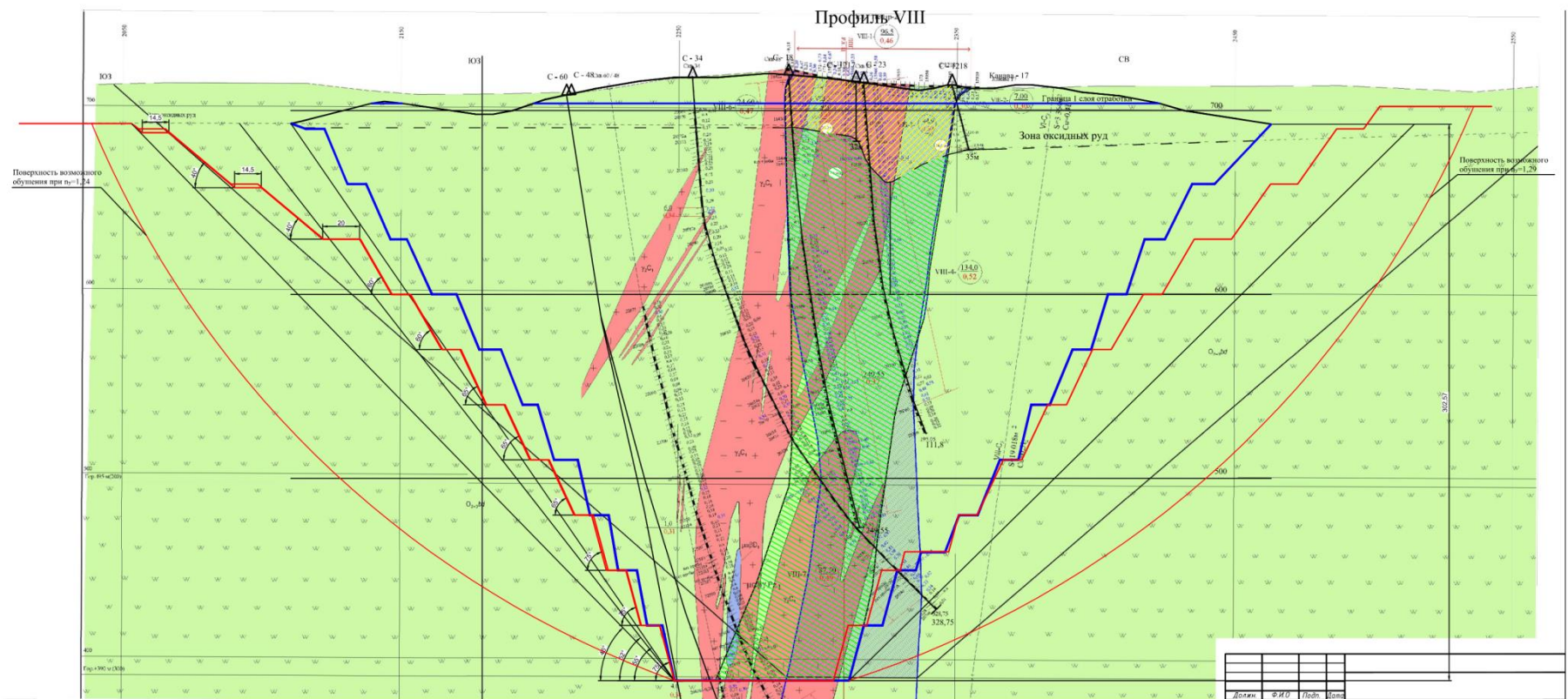


Рисунок 2.9 – Профиль по линии VIII-VIII с результатами расчета по рациональному контуру

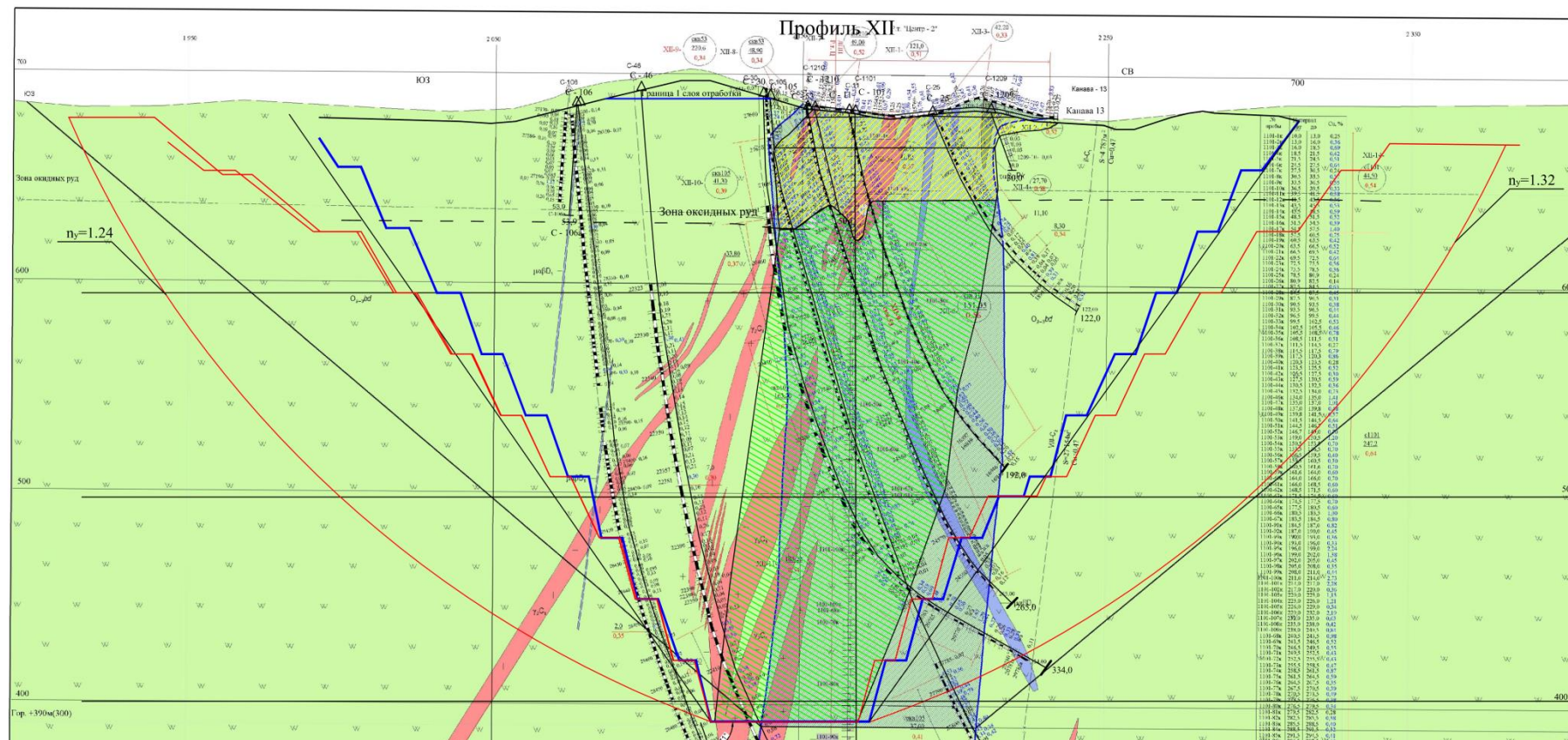


Рисунок 2.11 – Профиль по линии XII-XII с результатами расчета по рациональному контуру

Таблица 2.5 – Результаты оценки устойчивости бортов карьера «Коктасжал»

Наименование разреза	Высота борта Н, м	Ген. угол отстроенного борта карьера (проектный), градус	Коэффициент запаса устойчивости борта	Уточненная высота борта Н, м	Плоский угол наклона борта с выпуклым профилем / эквивалентный угол наклона борта, градус	Коэффициент запаса устойчивости борта с выпуклым профилем
Северо-восточный борт						
О	315,5	54	1,12	321	49/52	1,21
III	324	53	1,16	330	47/47	1,20
V	320,5	53	1,17	332	47/48	1,26
VI	320,7	52	1,18	330	47/47	1,26
VIII	302,6	53	1,17	312	46/49	1,29
X	293,7	54	1,17	294	49/52	1,27
XII	294	54	1,17	292,4	48/52	1,32
XV	276	49	1,36	273	46/51	1,36
Юго-западный борт						
О	292,6	57	1,13	292,6	47/53	1,25
III	312	58	1,05	312	46/52	1,24
V	308	57	1,06	308	46/52	1,24
VI	314	55	1,10	314	46/52	1,24
VIII	303	55	1,09	303	46/52	1,24
X	298	58	1,10	298	47/52	1,24
XII	296	56	1,11	296	47/52	1,24
XV	301	55	1,10	301	46/52	1,24

3 Технологические вопросы ведения открытых горных работ

Применение прогрессивной технологии ведения горных работ обеспечивается внедрением поточно-циклической системы с применением высокопроизводительной техники погрузочно – дробильным комплексом и традиционным ведением буровзрывных работ [13].

3.1 Выбор системы разработки

Выбор системы разработки и комплекта основного горного и транспортного оборудования в значительной степени влияет на уровень технико-экономических показателей, достигаемых в карьере.

В современных условиях развитие комплексной механизации вскрышных, добычных и вспомогательных работ на карьерах идет по линии внедрения поточных технологических процессов и применения высокопроизводительного оборудования.

Ведение вскрышных и добычных работ возможно по технологическим схемам с непрерывной выемкой и непрерывным транспортом, с циклической выемкой и циклическим транспортом, с комбинацией циклических и непрерывных средств выемки и транспорта.

На месторождении Коктасжал применена циклично-поточная технология, отличающаяся применением в составе транспортного звена конвейеров. Для подготовки горной массы к транспортированию конвейерами используется пластинчатый питатель и мобильная передвижная дробилка.

При применении конвейерного транспорта потребуется схема транспортирования горной массы, состоящая из нескольких видов конвейеров (забойных мобильных, мобильных мостов, транспортного карьерного, магистрального, радиального, отвального). Для транспортирования горной массы конвейерами, необходимо предварительное дробление, которое будет, достигается следующим образом: 60 % класс – 300 мм от общего отгружаемого объема при рыхлении горной массы с применением БВР и 40 % от общего отгружаемого объема, класс + 300 мм дроблением в щековой дробилки. Мобильная передвижная дробилка имеет производительность 2,5 тыс.т/час. Для требуемой производительности карьера по горной массе потребуется 1 пластинчатый питатель, 1 мобильная передвижная дробилка и 1 экскаватор.

От пластинчатого питателя горная масса загружается в приемный бункер мобильной передвижной дробилки далее транспортируется забойными мобильными конвейерами на мобильные конвейерные мосты, затем по мобильным конвейерным мостам на транспортный карьерный конвейер, далее по транспортному карьерному конвейеру на магистральный конвейер, далее по магистральному конвейеру на радиальный стакер, затем по радиальному стакеру порода поступает на отвальный конвейер, руда в режиме шаттл

складируется на рудном складе. Рыхление пород производится с применением БВР.

Основные выводы при применении циклично-поточной технологии на месторождении «Коктасжал» это полное отсутствие в технологических процессах применения оборудования с двигателями внутреннего сгорания (ДВС), полнота отработки месторождения, отсутствие возможности выборочной отработки месторождения. Новизной при применении циклично-поточной технологии на месторождении Коктасжал является:

- маневренность транспортного карьерного конвейера, передвижение по оси вперед-назад на всю длину посредством перемещение конвейерных ставов.

3.2 Выбор технологического оборудования

Учитывая большие объемы транспортируемой горной массы в качестве транспортных средств принято следующее оборудование:

- компании METSO мобильный пластинчатый питатель MAF210 – 1 ед., мобильная дробилка LT200 – 1 ед., мобильные конвейерные установки LL16-42 – 2 ед., штабелеукладчик MS16 – 1 ед.

- компании ТАКРАФ мобильные мосты LT1 – 2 ед., транспортный карьерный конвейер LT2 – 1 ед, магистральный конвейер LT3 – 1 ед., радиальный стакер LT4 – 1 ед., отвальный конвейер LT6 – 1 ед., отвала образователь LT 6.1 – 1 ед.

Производительность оборудования должна соответствовать производительности ковшового экскаватора. Установлено, что наиболее оптимальным является соотношение, когда вместимость приемного бункера пластинчатого питателя соответствует емкости 3-4 ковшам экскаватора.

Соответственно выбран одноковшовый экскаватор с емкостью ковша 21 м³ марки Hitachi EX-3600.



Рисунок 3.1 – Транспортное оборудование в месторождении Коктасжал

Рыхление пород предусматривается буровзрывным способом. Исходной величиной для выбора буровых установок является твердость буримого материала. Твердость пород месторождения Коктасжал колеблется в пределах 100-160 МПа.

Для бурения технологических скважин приняты бурильные установки DML LPE 1600/110 диаметром скважин 215 мм производства ATLAS COPCO, обладающие большой производительностью и надежностью при бурении пород высокой твердости.

3.3 Буровзрывные работы и постановка откосов уступов на проектном контуре

Для развития горных разработок открытым способом характерным является значительное увеличение производительности карьеров, повышение мощности горнотранспортного оборудования, увеличение глубины существующих карьеров и применение современных технологий разработки. Увеличение глубины карьеров влечет за собой увеличение объема вскрышных работ и снижение устойчивости откосов уступов и бортов карьеров. Стремление отработать месторождение открытым способом при минимальных объемах вскрыши, приводит зачастую к оползням и обрушениям, а излишний разнос бортов – к большим неоправданным экономическим затратам. Увеличение взрывных работ на карьерах остро ставит проблему устойчивости откосов уступов от действия взрывов скважинных зарядов в течение всего периода отработки.

Общеизвестно, что наиболее эффективным способом заоткоски уступов на проектном контуре является предварительное щелеобразование или так называемый метод предварительного откола массива. При этом методе создается свободная поверхность в теле массива, которая служит экраном для волн при производстве массовых взрывов. В связи с этим для повышения устойчивости уступов представляет интерес исследование образования зоны экранирования от параметров буровзрывных работ.

На карьерах Саякского, Николаевского и других месторождений при формировании экранирующей щели наибольшее распространение получили скважины диаметром 0,250 м, а в стадии экспериментирования скважины диаметром 0,100 м (таблицы 3.1, 3.2).

Таблица 3.1 – Количество ВВ приходящееся на одну скважину $d = 0,250$ м и на 1 п.м. скважины, при образовании экранирующей щели в уступе высотой 30 м

№ п/п	Наименование пород	Прочность пород на растяжение σ_p , МПа	Расстояние между скважинами, м			
			1	2	3	4
			Количество ВВ на 1 скважину и на 1 п.м. скважины, Q кг			
1	2	3	4	5	6	7

продолжение таблицы 3.1						
1	2	3	4	5	6	7
1	Липоритовые порфиры	5,8	<u>18</u> 0,69	<u>32</u> 1,23	<u>50</u> 1,92	<u>70</u> 2,69
2	Туфы в коре выветривания	6,4	<u>20</u> 0,77	<u>38</u> 1,46	<u>54</u> 2,08	<u>72</u> 2,77
3	Алевролиты известняковые	7,8	<u>22</u> 0,85	<u>40</u> 1,54	<u>60</u> 2,30	<u>78</u> 3,00
4	Туфы в коре выветривания	9,6	<u>24</u> 0,92	<u>44</u> 1,69	<u>62</u> 2,38	<u>83</u> 3,19
5	Липарит порфиры	11,8	<u>25</u> 0,96	<u>50</u> 1,92	<u>82</u> 3,15	<u>94</u> 3,62
6	Алевролиты кремнистые	12,1	<u>27</u> 1,04	<u>52</u> 2,00	<u>86</u> 3,31	<u>96</u> 3,69
7	Андезит базальтовые порфиты	12,9	<u>29</u> 1,11	<u>54</u> 2,08	<u>92</u> 3,54	<u>105</u> 4,04
8	Диабазовые порфиры	14,3	<u>32</u> 1,23	<u>56</u> 2,15	<u>98</u> 3,77	<u>110</u> 4,23
9	Туфы	16,3	<u>34</u> 1,31	<u>63</u> 2,42	<u>102</u> 3,92	<u>114</u> 4,38

Таблица 3.2 – Количество ВВ, приходящееся на одну скважину $d = 0,100$ м. и на 1 п.м. скважины, при образовании экранирующей щели в уступе высотой 30 м

№ п/п	Наименование пород	Прочность пород на растяжение σ_p , МПа	Расстояние между скважинами, м		
			1	2	3
			Количество ВВ на 1 скважину и на 1 п.м. скважины, Q кг		
1	Липоритовые порфиры	5,8	10 / 0,38	16 / 0,62	32 / 1,23
2	Туфы	6,4	16 / 0,38	18 / 0,60	36 / 1,38
3	Алевролиты известняковые	7,8	10 / 0,38	22 / 0,85	44 / 1,69
4	Туфы в коре выветривания	9,6	10 / 0,38	27 / 1,04	54 / 2,08
5	Липарит порфиры	11,8	11 / 0,42	32 / 1,92	69 / 2,65
6	Алевролиты кремнистые	12,1	11 / 0,42	34 / 1,31	70 / 2,69
7	Андезит базальтовые порфиты	12,9	12 / 0,46	36 / 1,38	73 / 2,81
8	Диабазовые порфиры	14,3	13 / 0,50	40 / 1,54	80 / 3,08
9	Туфы	16,3	14 / 0,54	47 / 1,81	82 / 3,15

В расчетах расхода ВВ надо учитывать коэффициент трещиноватости горных пород. Введение в расчеты этого коэффициента дает возможность уменьшить деформации в законтурном массиве, возникающие при взрыве.

В таблице 3.3 приводится усредненная классификация горных пород по степени их трещиноватости применительно к условиям Саякского, Николаевского и других карьеров с аналогичными условиями по определению величины заряда ВВ в скважинах при постановке уступов на проектный контур.

Таблица 3.3 – Классификация горных пород по степени их трещиноватости

№ п/п	Классификация пород по степени трещиноватости	Средняя длина ребра структурного блока ℓ , м	Коэффициент трещиноватости $K_{тр}$
1	Монолитные	2,0	1,0
2	Слабо трещиноватые	0,7 – 2,0	1,01 – 1,05
3	Трещиноватые	0,3 – 0,7	1,06 – 1,15
4	Сильно трещиноватые	0,1 – 0,3	1,16 – 1,4
5	Раздробленные до щебня	< 0,1	> 1,4

Трещиноватые породы имеют прочностные характеристики значительно меньше, чем в монолите, поэтому удерживающие силы при взрывании одного и того же объема горных пород будут не равны.

Для взрыва трещиноватого массива требуется меньшее количество ВВ по сравнению с монолитом, поэтому в расчеты величин зарядов следует ввести коэффициент за счет структурного ослабления горного массива:

$$Q_{тр} = \frac{Q}{K_{тр}}, \quad (3.1)$$

где $Q_{тр}$ - количество ВВ для трещиноватого массива, кг;

Q - количество ВВ для монолита, кг;

$K_{тр}$ - коэффициент трещиноватости.

Учет трещиноватости горного массива при производстве взрывных работ позволяет снизить расход ВВ на 10 – 20% без ухудшения качества взрыва.

Малые значения расхода величин ВВ влияют на выход негабарита, а при увеличении их страдает качество заоткоски и устойчивость стационарных уступов и бортов карьеров, что является более важным, чем негабариты.

Правильный выбор параметров буровзрывных работ обеспечивает как экономическую целесообразность открытого способа, бесперебойное ведение вскрышных и очистных работ, так и безопасность труда на карьере.

В скальном и полускальном трещиноватом массиве постановка уступов и бортов карьеров в стационарное положение производится с помощью

буровзрывных работ. Для обеспечения длительной устойчивости карьерных откосов с рекомендуемыми параметрами необходима специальная технология ведения этих работ. В настоящее время используется большое количество технологических схем исходя из конкретных горно-геологических условий карьеров (таблица 3.4).

Все технологические схемы заоткоски можно разделить на две группы:

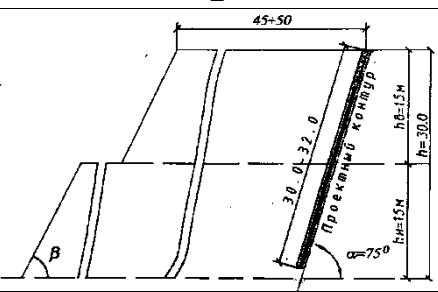
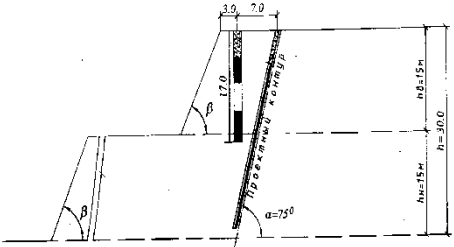
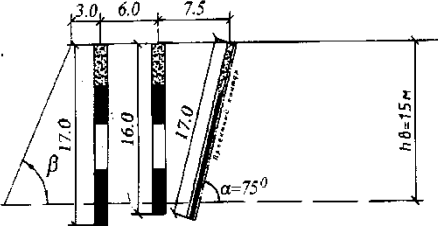
- сдваивание подступов;
- раздельная заоткоска подступов.

Наиболее эффективным способом повышения устойчивости стационарных уступов является контурное взрывание зарядов. Возможны два способа взрывания зарядов контурного ряда:

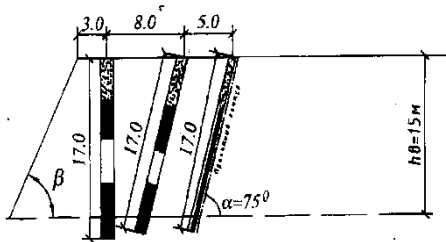
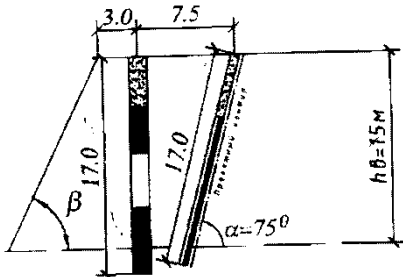
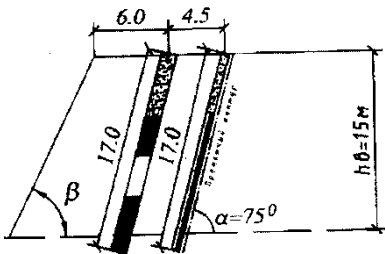
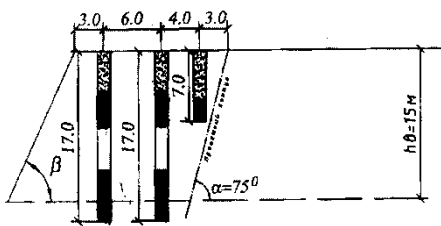
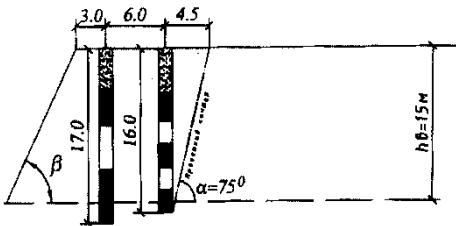
- а) до взрывания основных зарядов дробления в приконтурной ленте (метод предварительного щелеобразования);
- б) после отбойки приконтурной ленты (гладкое взрывание).

Метод предварительного щелеобразования является наиболее эффективным способом заоткоски уступа. Контурные заряды при этом способе взрываются в ненарушенном массиве, пока горные работы находятся от своего предельного положения на расстоянии не менее 40-50 м.

Таблица 3.4 – Варианты технологических схем заоткоски уступов на карьерах

№ п/п	Схемы заоткоски	Название схем
1	2	3
1		Технологическая схема создания предварительной щели 30 м уступа
2		Технологическая схема совмещенного сдваивания 15 м подступов с одновременным взрыванием верхнего
3		Технологическая схема заоткоски верхних 15 м подступов

продолжение таблицы 3.4

1	2	3
4		Технологическая схема заоткоски верхних 15 м подступов
5		Технологическая схема заоткоски верхних 15 м подступов
6		Технологическая схема заоткоски верхних 15 м подступов
7		Технологическая схема заоткоски нижнего подступа 30 метрового уступа при сдваивании под один откос
8		Технологическая схема заоткоски нижнего подступа 30 метрового уступа при сдваивании под один откос

Заряды для контурного взрывания могут приготавливаться в виде гирлянд из патронов ВВ диаметром 30-90 мм, привязанных к прочной верёвке. Вдоль гирлянды прокладывают две нитки ДШ. После взрыва контурных зарядов в массиве образуется узкая щель, которая значительно ослабляет взрывную нагрузку от основных зарядов дробления, устраняет образование заколов и практически полностью исключает деформацию массива. Вдоль контурных зарядов образуется ровная устойчивая стенка откоса с видимыми следами скважин.

Заоткоска уступов на проектном контуре способом предварительного щелеобразования может вестись отдельно по уступам, или сдваивая-страивая их в один откос. Наиболее эффективным является создание предварительной щели сразу на несколько уступов. Для прорабатывания нижней части заоткашиваемого уступа на дно заоткосных скважин отсыпается рассыпное ВВ 20-40 кг. Однако необходимо отметить, что даже качественно созданная предварительная щель не сохранит законтурный массив, если удельный расход ВВ при взрывании последней заходки не будет превышать 0,4 – 0,6 кг/м³. Опыт показывает, что все усилия, затрачиваемые на создание предварительной щели, пропадают даром, если удельный расход ВВ чрезмерно завышен. В этом случае массив интенсивно разбивается, а на предохранительной берме прослеживаются заколы. Естественно, что такой уступ со временем потеряет всю устойчивость и будет разрушаться.

В том случае, когда близость фронта взрывных работ к проектному контуру на верхнем подступе не позволяет создать предварительную щель, заоткоску необходимо производить наклонными однорядными или двухрядными скважинами. Но эти наклонные скважины бурят на всю высоту сдвоенного 30-метрового уступа и служат для нижнего подступа для создания предварительной щели.

Контурные заряды при гладком взрывании отделяют с поверхности откоса уступа наиболее разрушенный слой и формируют более устойчивую поверхность. Удовлетворительные результаты достигаются при расстоянии между скважинами контурного ряда 2-3 метра. Добиваться высокой чистоты поверхности, при данном способе заоткоски путем сближения скважин контурного ряда в условиях открытых горных работ, не имеет смысла. Трещины и деформация, существующие за контурным рядом от взрыва основанных зарядов дробления не могут быть уменьшены путем изменения параметров контурных зарядов.

Бурение контурных скважин и взрывание контурных зарядов в данном случае можно производить после взрывания основных зарядов. Взрывание контурных зарядов можно производить также с замедлением в 50-70 м/с по отношению к основному взрыву.

Данный способ контурного взрывания менее эффективен в отношении повышения устойчивости уступов по сравнению с методом предварительного щелеобразования. Он может быть рекомендован лишь в тех случаях, когда применение метода предварительного щелеобразования невозможно по каким-либо причинам.

Заоткоска уступов с помощью контурного взрывания позволяет на 5-10° и более увеличить их угол откоса по сравнению с углами откосов, получаемых при обычной технологии буровзрывных работ, а также обеспечивает длительную устойчивость уступов.

Проведение промышленно-экспериментальных работ на карьерах необходимо для уточнения и корректировки результатов теоретических разработок. Апробированные в промышленных условиях теоретические

исследования и способы ведения горных и заоткосных работ позволяют внести существенные коррективы как в проекты так и в практику работы на карьерах.

В период разработки месторождений открытым способом на Саякских карьерах проводились промышленно-экспериментальные взрывы по заоткоске стационарных уступов.

Наиболее качественная заоткоска на карьере Саяк-1 наблюдается на участках Западного борта, сложенных мраморами и известняками (рисунок 3.2)

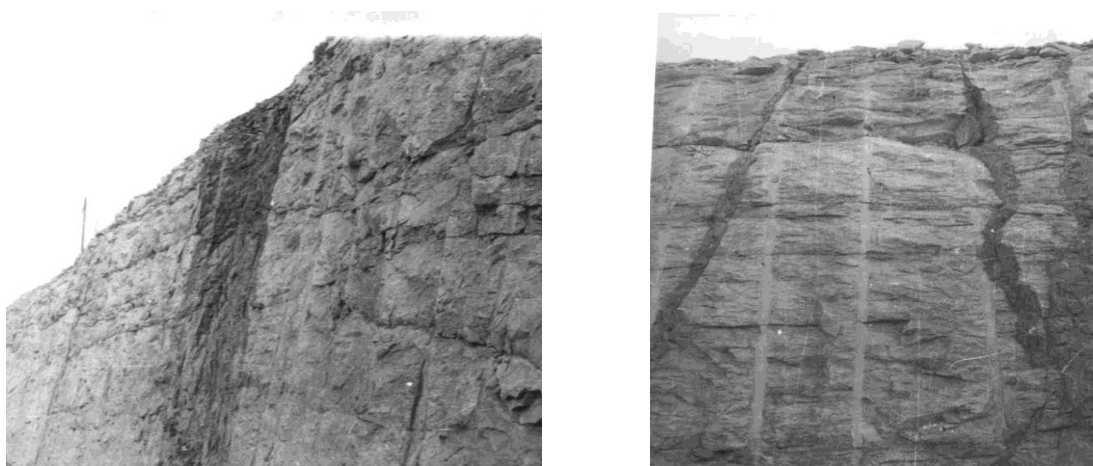


Рисунок 3.2 – Заоткоска уступов на экспериментальном участке (а, б)

Предварительная щель создавалась в зоне нетронутого массива, не имеющего остаточных деформаций от предыдущих взрывов на расстоянии 35-40 м до подхода уступа к проектному контуру. Высота уступа 15 м. Скважины диаметром 243 мм бурились станками СБ Ш-250 по проектному контуру на глубину 30 м под расчетными углами $70-75^\circ$. Расстояние между скважинами 2-3 м. Величина заряда в заоткосных скважинах составляет 40-60 кг. Заряд патронированный аммонит № 6 ЖВ.

Инструментальными съемками и визуальным обследованием установлено, что угол наклона стационарного уступа соответствует проектному. Видны следы наклонных скважин на поверхности откосов, а на верхних площадках уступов отсутствуют закольные трещины. Это говорит о хорошей заоткоске откосов уступов на проектном контуре и в дальнейшем будет обеспечена их устойчивость.

Результаты проведенных промышленно-экспериментальных взрывов показали преимущество предварительного щелеобразования как основной меры по повышению прочности пород и стационарных уступов и бортов карьеров. Применение этого способа связано с необходимостью сохранения дорогостоящих сооружений на длительный период их эксплуатации.

При этом следует не забывать о проведении постоянного мониторинга состояния прибортовых массивов, поставленные на проектные контура.

Кроме того, с понижением горных работ на 2-3 горизонта следует приступать к изучению трещиноватости горных пород и впоследствии выполнить районирование бортов по условиям устойчивости с учетом структурных особенностей массива горных пород.

Расстояние (м), на которых колебания грунта, вызываемые однократным взрывом сосредоточенного заряда ВВ, становятся безопасными для зданий и сооружений, определяются по формуле:

$$r_c = K_c K_\alpha \alpha \sqrt[3]{Q}, \text{ м} \quad (3.2)$$

где r_c - расстояние от места взрыва до охраняемого сооружения, м.

K_c - коэффициент, зависящий от свойств грунта в основании охраняемого сооружения, $K_c = 8$;

K_α - коэффициент, зависящий от типа сооружения и характера застройки, $K_\alpha = 1$;

α - коэффициент, зависящий от условий взрывания, $\alpha = 1$;

Q - масса заряда, кг.

Таблица 3.5 – Определение допустимого веса заряда ВВ по сейсмическому действию взрыва на инженерные сооружения

$Q, \text{ кг}$	10000	15000	20000	25000	30000
$r_c, \text{ м}$	175	200	220	235	250

Выводы по 3 главе

Для повышения качества ведения горных работ на проектных контурах предложены технологические схемы заоткоски уступов с созданием предварительного щелеобразования. Приведены параметры буровзрывных работ и количество взрывчатого вещества в скважинах приоткосной зоны с их диаметром 100 мм и 250 мм для пород месторождения Коктасжал.

Разработан и реализован проект производства наблюдений за состоянием бортов карьера Коктасжал, представлены в виде заложенных реперов по профильным линиям (НСI, НСII, НСIII и НСIV). Общее количество реперов: опорных – 16 шт. и рабочих - 34 шт. Предложена методика производства угловых и линейных измерений с использованием электронного тахеометра. Выполнены первоначальные исходные измерения и сведены в специальные каталог координат.

4 Разработка проекта наблюдательной станции на карьере

4.1 Выбор мест заложения реперов наблюдательных станций

Выбор участков закладки реперов наблюдательных станций выполняется на основании анализа инженерно-геологических условий разработки месторождения, современного состояния и перспективы развития горных работ, с учетом следующих косвенных признаков возможных деформаций [6, 9, 12].

а) наличие на карьере вскрытых слабых пластичных, обводненных или сильно трещиноватых пород в горном массиве, формирующих борт или уступ;

б) возможность подрезки горными работами слабых контактов, поверхностей тектонических нарушений и обводненных пород, имеющих наклон в сторону выработанного пространства и простирание близкое к простиранию борта карьера;

в) не соответствие фактических параметров уступов бортов и отвалов карьера проектным;

г) не соответствие технологии проведения массовых взрывов паспорту буровзрывных работ;

д) наличие на бортах и уступах разреза непредусмотренных проектом отвалов пород и тяжелого горнотранспортного оборудования.

Расположение наблюдательных станций за состоянием устойчивости откосов уступов, бортов и отвалов, в виде профильных линий, как правило, принимается на участках имеющих наибольшую глубину отработки (высоту отвалов) или наиболее крутые углы борта карьера (углы наклона ярусов отвалов).

Схема расположения наблюдательных станций в виде профильных линий выбрана на основании анализа состояния прибортовых массивов карьера, современного состояния горных работ и перспективы их дальнейшего развития.

Проектное расположение наблюдательных станций за состоянием устойчивости откосов уступов, бортов карьера Коктасжал принято на участках, где ожидаются процессы деформирования откосов уступов и имеется наибольшая вероятность оползнепроявления.

На карьере Коктасжал было заложено четыре наблюдательные станции за устойчивостью участков борта карьера в районе предполагаемых деформаций откосов :

- юго- западный борт (район профильных линий 8-13);
- юго-западный борт (район профильных линий 20-24);
- северо- восточный борт (район профильных линий 8-13);
- северо- восточный борт (район профильных линий 20-24).

Регулярные систематические инструментальные наблюдения за состоянием устойчивости откосов уступов, бортов карьера Коктасжал

позволят повысить безопасность ведения горных работ и производить контроль правильности принятых проектных решений.

Результаты инструментальных наблюдений в комплексе с инженерно-геологическими и гидрогеологическими исследованиями в процессе эксплуатации месторождения дают возможность установить характер деформаций горных пород откосов уступов и бортов карьера и спрогнозировать развитие их во времени и пространстве, что в свою очередь позволяет наметить мероприятия по устранению причин их развития.

Для организации инструментального контроля состояния устойчивости прибортовых массивов карьера Коктасжал разработаны схемы расположения и длина профильных линий наблюдательных станций, которые учитывают геологические и горнотехнические условия разработки месторождений, а так же максимальное удаление рабочих реперов от наблюдательных опорных пунктов, при котором обеспечивается необходимая точность измерений.

Для производства наблюдений за деформациями бортов карьеров и отвалов предусматривается создание наблюдательных станций в виде профильных линий реперов, закладываемых на верхней площадке и уступах борта карьера (яруса отвала) перпендикулярно его верхней бровке (откосу яруса отвала).

Согласно Инструкциям [5, 6, 9, 12] каждая профильная линия должна состоять из 2-3 опорных реперов и серии рабочих реперов, количество которых зависит от глубины карьера, горно-геологических и гидрогеологических условий карьера. Расстояния между рабочими реперами, расположенными в пределах призмы возможного обрушения, принимаются равными 10м, по мере удаления от нее – 20-30м; расстояния между опорными реперами – 40-50м (рисунок 4.1). На каждой площадке (берме) уступа или яруса отвала должно быть заложено не менее двух реперов: – один вблизи бровки уступа, другой – у подошвы вышележащего уступа. При закладке рабочих реперов на уступах расстояние между ними зависит от ширины бермы.

Закладываемые опорные реперы должны располагаться вне зоны деформаций верхней площадки и основания борта карьера. Расстояние от крайнего опорного репера до верхней бровки откоса борта карьера, т.е. длина одной профильной линии по земной поверхности принимается равной $1,5 H$ (рисунок 4.1).

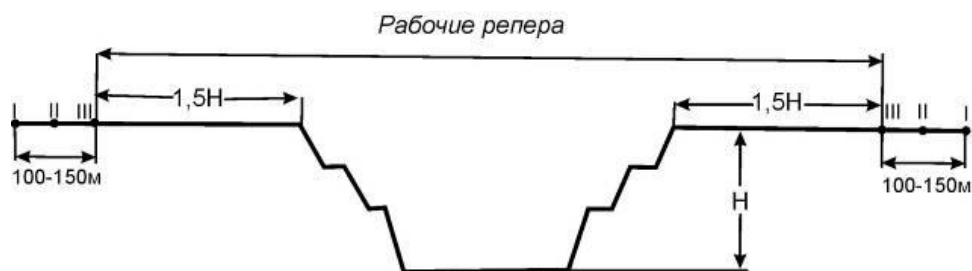
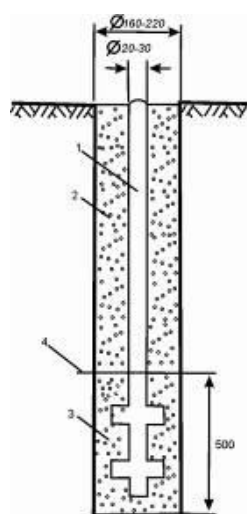
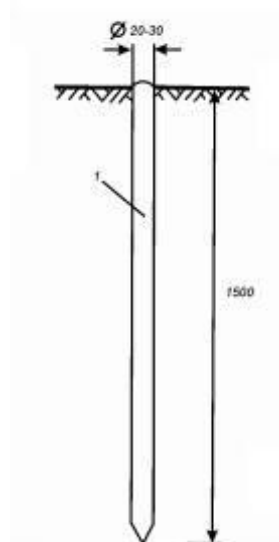


Рисунок 4.1 – Схема профильной линии на борту карьера

Для наблюдательных станций на карьере Коктасжал целесообразно исходные и опорные реперы заложить бетонированными, а рабочие реперы – забивными (рисунок 4.2).



а- бетонированный



б - забивной;

Рисунок 4.2 – Конструкция реперов наблюдательных станций

На пунктах наблюдений (пунктах позиционирования) и в труднодоступных местах необходимо установить специальные столики и реперы с насадками для отражателей (рисунок 4.3).

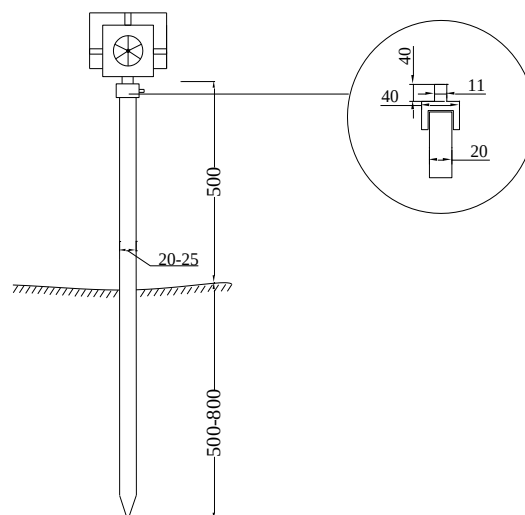
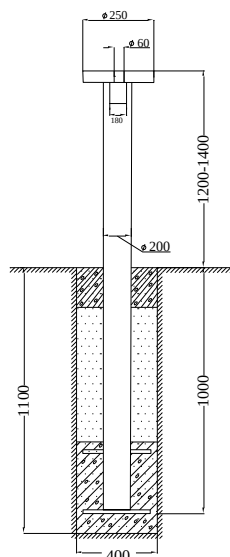


Рисунок 4.3 – Установка отражателей на реперах наблюдательных станций

Для производства инструментальных наблюдений за деформациями бортов карьера *Коктасжал* было создано *четыре наблюдательные станции* в виде профильных линий реперов, закладываемых на верхней площадке и уступах борта карьера перпендикулярно его верхней бровке.

Наблюдательную станцию I была заложена на юго-западном борту карьера в районе профильных линий 8-13 в зоне предполагаемых деформаций бортов карьера *Коктасжал*.

Наблюдательная станция I состоит из двух профильных линии, включающей 4 опорных репера и 8 рабочих реперов.

Наблюдательную станцию II была заложена на юго-западном борту карьера в районе профильных линий 18-23 в зоне предполагаемых деформаций бортов карьера *Коктасжал*.

Наблюдательная станция II состоит из двух профильных линии, включающей 4 опорных репера и 10 рабочих реперов.

Наблюдательную станцию III предусматривается заложить северо-восточном борту карьера в районе профильных линий 8-10 в зоне предполагаемых деформаций бортов карьера *Коктасжал*.

Наблюдательная станция III состоит из двух профильных линии, включающей 4 опорных репера и 10 рабочих реперов.

Наблюдательную станцию IV предусматривается заложить на северо-восточном борту карьера в районе профильных линий 20-24 в зоне предполагаемых деформаций бортов карьера *Коктасжал*, с продолжением по породному отвалу карьера.

Наблюдательная станция IV состоит из двух профильных линии, включающей 4 опорных репера и 6 рабочих реперов



Рисунок 4.4 – Юго-восточный борт карьера (район станции I)



Рисунок 4.5 – Схема наблюдательных станций I÷IV карьера Коктасжал

Перенос проекта наблюдательной станции в натуру предусматривается путем построения на местности соответствующих углов и длин. Разбивка реперов профильных линий производится инструментально с помощью электронного тахеометра Leica TCR1201.

Места закладки реперов обозначаются деревянными колышками или арматурными обрезками диаметром до 10мм и длиной 30-40см с отклонением от створа не более 5см.

После разбивки профильной линии производится закладка реперов.

Конструкция реперов и способ их закладки должны обеспечивать:

- а) удобство и нормальные условия для производства работ при инструментальных наблюдениях за устойчивостью участка борта карьера или борта карьера в горизонтальной и вертикальной плоскостях;
- б) прочную связь с грунтом, позволяющую при возникновении сдвижений и деформаций массива горных пород перемещаться реперам профильной линии совместно с этим процессом;

- в) неподвижность влиянию сезонного промерзания и оттаивания грунта;
- г) надежную сохранность на весь период службы наблюдательной станции (гарантия от внешних повреждений);
- д) простоту конструкции и дешевизну изготовления [1].

Глубина закладки репера h относительно земной поверхности определяется по формуле:

$$h = h_{\max} + a + b, \quad (4.1)$$

где $h_{\max}$ - максимальная глубина промерзания грунта, м;

a - высота якоря репера, $a = 0,4-0,5$ м;

b - запас возможной ошибки определения глубины промерзания, м.

Во избежание вертикальных смещений репера за счет деформаций грунта, вызываемых изменением его влажности, проектом предусматривается закладка реперов на глубину не менее 1,5 м в рыхлых породах и не менее 0,5-0,8 м в скальных породах.

4.2 Закладка и методика наблюдений

Для месторождения Коктасжал ТОО "Алтай Полиметаллы" разработана и внедрена система геомеханического мониторинга состояния прибортовых и отвальных массивов на основе инструментальных маркшейдерско-геодезических наблюдений за смещениями реперов наблюдательных станций с использованием электронного тахеометра [7, 12].

Инструментальный маркшейдерско-геодезический контроль за состоянием бортов карьеров и отвалов выполняется путем создание системы наблюдательных станций в виде профильных линий реперов, закладываемых на прибортовой полосе, на бермах уступов или на отвалах, перпендикулярно верхней бровке карьера (откосу яруса отвала) и производства высокоточных инструментальных наблюдений по ним. Система наблюдательных станций включает в себя исходные репера и профильные линии, состоящие из *опорных, связующих и рабочих реперов*.

Плановое и высотное положение исходных реперов наблюдательных станций месторождения Коктасжал определяется в системе координат и высот, принятой для маркшейдерских работ на карьере.

Исходные репера должны располагаться в местах обеспечивающих их неподвижность на все время существования наблюдательных станций, т.к. от них в каждой серии наблюдений определяется положение опорных реперов профильных линий и их неподвижность. Исходными реперами для наблюдательных станций месторождения Коктасжал служат пункты маркшейдерской опорной геодезической сети карьера.

Каждая профильная линия состоит из *2 опорных реперов* и из *3-5 рабочих реперов*. Расстояния между рабочими реперами, расположенными в пределах

призмы возможного обрушения, принимаются равными 10м, по мере удаления от нее –20-30м; расстояния между опорными реперами – 40-50м.

Закладываемые *опорные реперы* должны располагаться вне зоны деформаций верхней площадки и основания борта карьера. Расстояние от крайнего опорного репера до верхней бровки откоса борта карьера, т.е. длина одной профильной линии по земной поверхности принимается равной 1,5 Н.

Плановая привязка исходных реперов наблюдательной станции может осуществлять методами триангуляции, трилатерации или полигонометрии 4 класса. Для высотной привязки используют реперы и пункты нивелирной сети и прокладывают нивелирные сети III класса [8].

Использование современного электронного тахеометра Leica TC1201 при создании геомониторинга позволяет объединить решение этих двух задач по определению пространственного положения исходных реперов.

Положение *опорных и связующих реперов* профильных линий наблюдательных станций определяется от исходных реперов, созданной системы.

Систематические инструментальные наблюдения на станциях в системе геомониторинга заключаются в определении с помощью электронного тахеометра положения *рабочих реперов* в пространстве на данный момент времени с фиксированием условий съемки и горно-геологических факторов.

При развитии горных работ производится реконструкция наблюдательных станций и закладка новых, в случае необходимости, реперов опорной и рабочей части при неизменном положении исходных реперов.

Созданная система мониторинга геомеханического состояния прибортовых массивов месторождения Коктасжал состоит из 4 наблюдательных станций (8 профильных линий).

Для каждой наблюдательной станции определены схемы привязки и ориентирования опорных и связующих реперов профильных линий.

При проведении систематических инструментальных наблюдений на карьерах одним из важных условий для быстрой, точной и безошибочной работы является разработка единой схемы привязки и ориентирования опорных и связующих реперов профильных линий для оператора электронного тахеометра и схемы расположения рабочих реперов относительно опорных точек для рабочих с отражателями.

Не всегда удастся производить повторные инструментальные наблюдения на одной и той же профильной линии, с одним и тем же оператором и рабочими с отражателями.

В первом случае это приводит к разным вариантам ориентирования опорных и связующих реперов. При этом прогнозные оценки при сравнении двух серий наблюдения становятся, не так надежны, как этого требует точность определения рабочих реперов, что в свою очередь ведет к появлению ошибок за опорную геодезическую сеть карьера.

Во втором случае это приводит к длительному поиску рабочих реперов, что в конечном итоге увеличивает объем полевых работ и соответственно стоимости выполнения работ.

Поэтому для каждой наблюдательной станции должны составляться рабочие схемы.

Рабочая схема состоит из:

Схемы привязки и ориентирования опорных и связующих реперов профильных линий, где представлено расположение станций с опорными и исходными реперами, их названиями, приведены координаты опорных и исходных пунктов

Схемы расположения рабочих реперов относительно опорных точек. На ней представлено расположение станций с опорными и рабочими реперами, их названиями и с точным расстоянием между ними.

Данная схема представленная на рисунках 4.6; 4.7; 4.8 и 4.9, позволяет быстро и безошибочно находить рабочие репера.

Инструментальные маркшейдерско-геодезические наблюдения за смещениями и деформациями реперов наблюдательных станций выполняются не реже 2 раз в год.



Рисунок 4.10 – Забивной рабочий репер

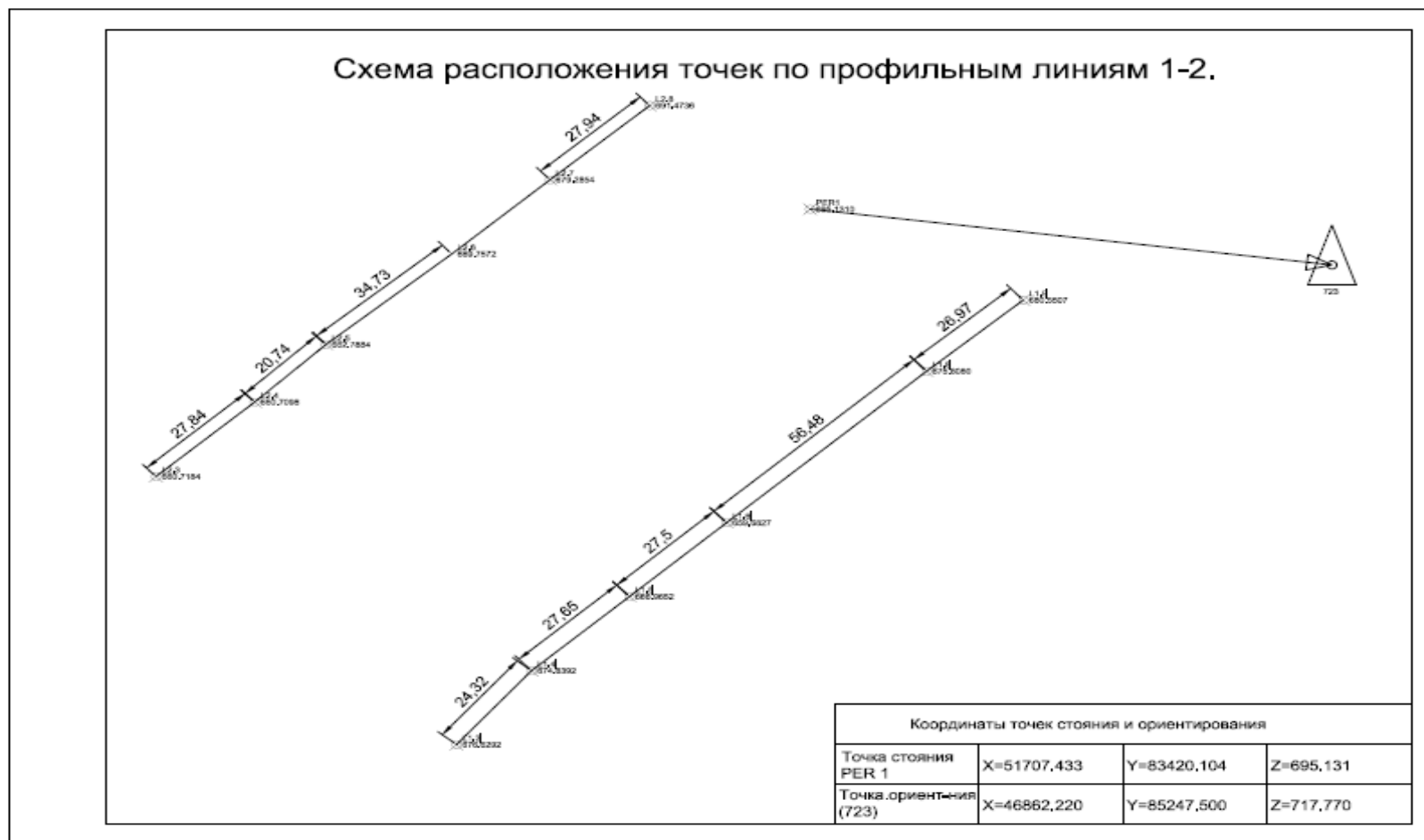


Рисунок 4.6 – Схема расположения рабочих реперов относительно опорных точек по профильным линиям 1-2

Схема расположения точек по профильным линиям 3-4.

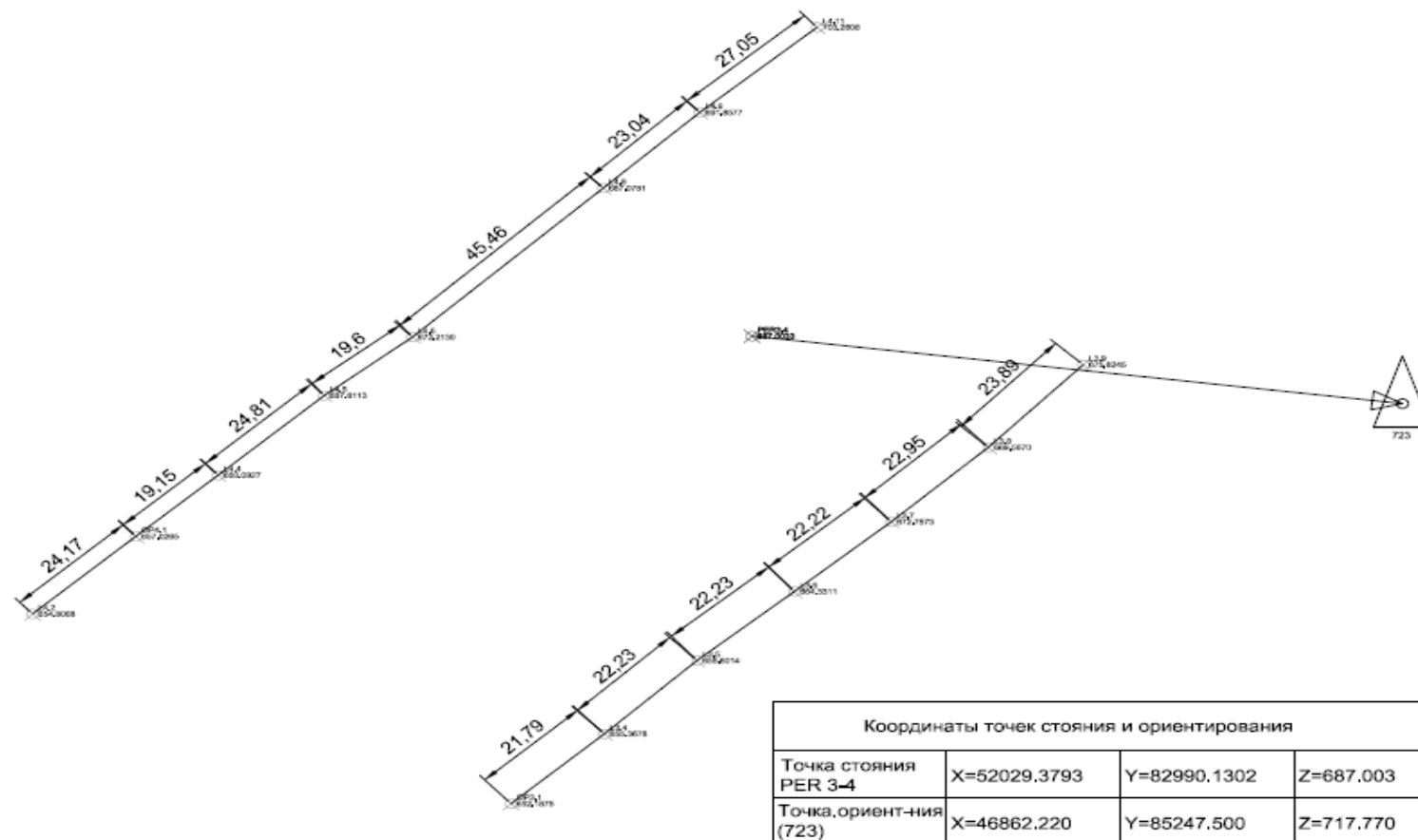


Рисунок 4.7 – Схема расположения рабочих реперов относительно опорных точек по профильным линиям 3-4

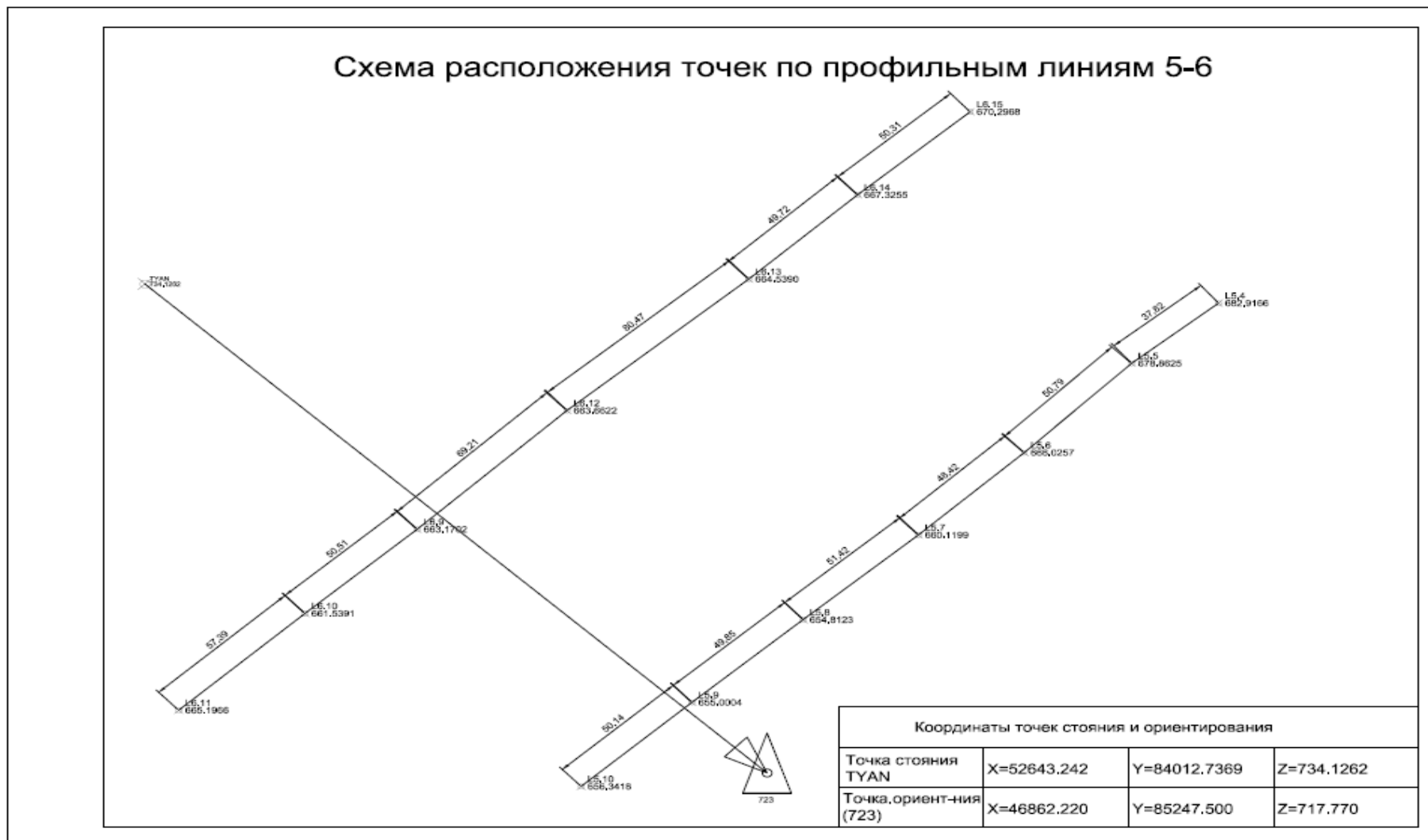
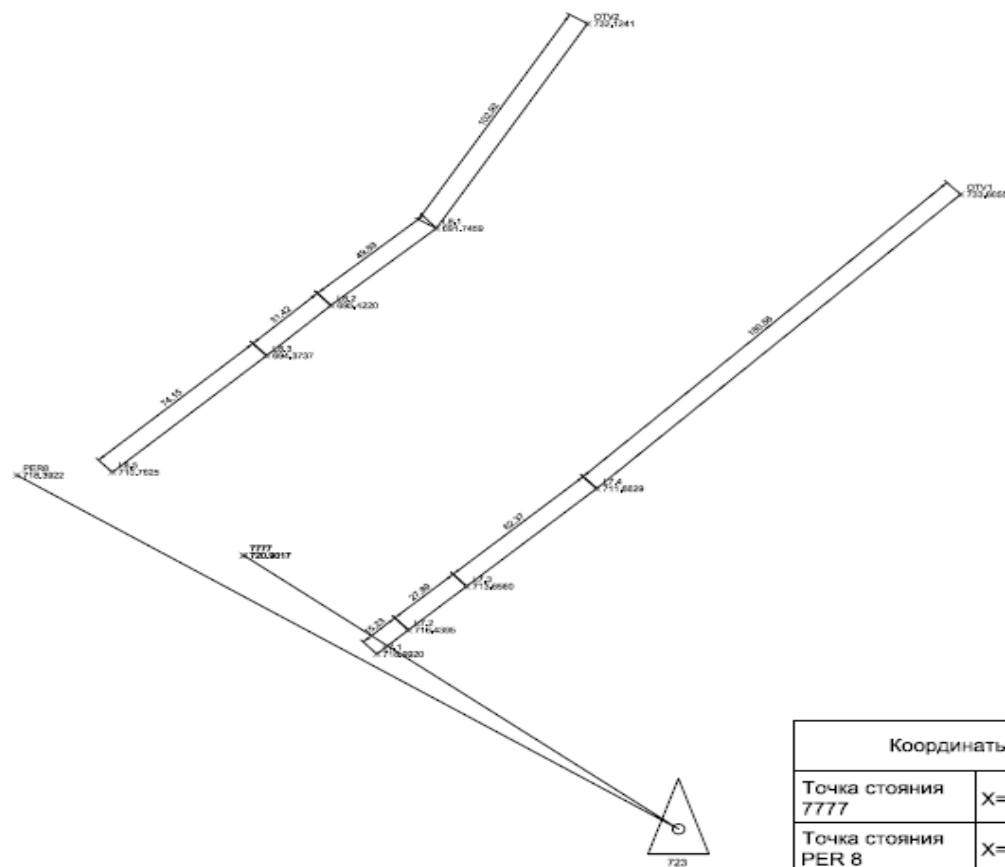


Рисунок 4.8 – Схема расположения рабочих реперов
относительно опорных точек по профильным линиям 5-6

Схема расположения точек по профильным линиям 7-8.



Координаты точек стояния и ориентирования			
Точка стояния 7777	X=52691.7676	Y=83528.0233	Z=720.9017
Точка стояния PER 8	X=52726.1915	Y=83447.5212	Z=718.3922
Точка, ориент-ния (723)	X=46862.220	Y=85247.500	Z=717.770

Рисунок 4.9 – Схема расположения рабочих реперов относительно опорных точек по профильным линиям 5-6

Данные схемы позволят, при производстве систематических инструментальных наблюдений, придерживаться единой системы ориентирования в разных сериях наблюдений и быстрому выполнению поставленной задачи, за счет отлаженных действий всего персонала [10].

На месторождении «Коктасжал» заложены следующие наблюдательные станции, включающие в себя:

Линия I	2 опорных и 4 рабочих реперов;
Линия II	2 опорных и 4 рабочих реперов;
Линия III	2 опорных и 5 рабочих реперов;
Линия IV	2 опорных и 5 рабочих реперов;
Линия V	2 опорных и 5 рабочих реперов;
Линия VI	2 опорных и 5 рабочих реперов;
Линия VII	2 опорных и 3 рабочих реперов;
Линия VIII	2 опорных и 3 рабочих реперов.

4.3 Результаты производства инструментальных наблюдений на карьере

Полная серия инструментальных наблюдений включает в себя следующие работы:

а) привязка исходных и опорных реперов станций (определение координат X,Y, Z) к ближайшим пунктам маркшейдерской опорной геодезической сети;

б) производство начальных наблюдений для определения исходного положения реперов наблюдательных станций в горизонтальной и в вертикальной плоскостях;

в) производство систематических наблюдений за положением реперов для определения их сдвижения или смещения.

Привязка исходных реперов созданной системы геомониторинга производится к пунктам маркшейдерской опорной геодезической сети, созданной на месторождении Коктасжал.

Положение исходных реперов в созданной системе наблюдений определяется линейно-угловыми засечками от пунктов опорной маркшейдерской геодезической сети. Все измерения электронным тахеометром Leica TC 1201, для повышения точности и исключения грубых ошибок, выполняются 3 приемами.

Прием измерения включает одно наведение на отражатель, при котором берется несколько отсчетов по цифровому табло (2-3). За окончательный результат принимается средневзвешенное значение измерений, при этом разница между отдельными отсчетами не должна превышать ± 2 мм.

Положение опорных и связующих реперов станций определяется линейно-угловыми засечками от исходных реперов, созданной системы.

Начальные наблюдения на станции заключаются в измерениях расстояний между реперами профильных линий и их нивелировании. Эти

наблюдения состоят из двух независимых серий измерений с интервалом 3-5 дней.

В каждой из серии наблюдений нивелирование реперов и измерение расстояний между ними выполняются в прямом и обратном направлениях.

Для систематических наблюдений применяется электронный тахеометр Leica TC 1201, представленный на рисунке 3.6., с точностью измерения углов равная 1 секунда.

С помощью электронного тахеометра Leica TC 1201 могут быть определены все необходимые данные: расстояния между реперами, превышения и координаты реперов наблюдательных станций.

Методика выполнения измерений с помощью электронного тахеометра производится в следующей последовательности:

- а) устанавливают тахеометр над точкой с известными координатами;
- б) центрируют на точку с использованием встроенного лазерного центрира на тахеометрах, что позволяет установить прибор точно и быстро;
- в) горизонтируют прибор благодаря встроенному электронному компенсатору, который значительно повышает точность горизонтирования;
- г) выполняют настройку дальномера, выбирая тип отражателя и режим измерения дальномера для повышения точности измерений;
- д) вводят атмосферные поправки учитывающие давление, температуру воздуха и относительную влажность (при высокоточных измерениях расстояний атмосферная поправка должна определяться с точностью до 1 ррт (1 мм на 1 км), температура воздуха – с точностью до 1⁰С, атмосферное давление - до 3 мбар, относительная влажность - до 20%).

е) входят в программу измерения точек, где в соответствующих графах тахеометра в четкой последовательности вводят:

- 1) название проекта, куда будут сохраняться данные измерения;
 - 2) название и координаты точки стояния тахеометра;
 - 3) высоту инструмента;
 - 4) название и координаты точки ориентирования тахеометра;
- ж) выполняют ориентирование прибора;
- з) заходят в режим измерения программы, где необходимо ввести название снимаемой точки, высоту отражателя и начать выполнять измерения.

и) Визирование производится зрительной трубой на отражатель с вехой и треногой, который устанавливается и центрируется на рабочем репере, координаты которого необходимо определить.

Так как при инструментальных наблюдениях конечные результаты несут в себе ряд случайных и систематических ошибок, то для исключения или уменьшения их, проектом предлагается методика наблюдений, состоящая из ряда последовательно выполняемых работ и соблюдения определенных условий:

- закрепление отражателей в соответствии с рисунком 3.7 на жестких отвесах, которые устанавливаются и центрируются над реперами по створу профильной линии;

- положение исходных и опорных реперов в созданной системе наблюдений необходимо определять линейно-угловыми засечками от пунктов опорной маркшейдерской геодезической сети;
- максимальное удаление рабочих реперов от опорных или связующих реперов должно быть не более 400 м;
- обязательное измерение атмосферного давления с точностью до 1 мм рт. ст. и температуры воздуха с точностью до 1^0 С;
- систематический контроль положения опорных и связующих реперов в каждой серии наблюдений;
- при разделении профильной линии связующими реперами на секции, съемка крайних рабочих реперов секций должна выполняться с обязательной контролем и уравниванием с последующего связующего репера.

Для исключения погрешностей центрирования и визирования при каждом наблюдении использовалась методика наблюдений с привязкой точки наблюдения к ориентирным направлениям, после чего в результаты наблюдений вводились поправки за редуцирование реперов к начальным наблюдениям



Рисунок 4.11 – Электронный тахеометр Leica TC 1201

Формирование базы данных измерений в электронном виде существенно сокращает камеральную обработку результатов измерений.

Тахеометр автомат имеет электронный компенсатор, позволяющий в отличие от прежних моделей значительно повысить точность горизонтирования прибора.



Рисунок 4.12 – Отражатель на жестком отвесе

С помощью электронного тахеометра Leica TC 1201 определяются координаты начального положения реперов профильных линий и координаты тех же реперов при последующих наблюдениях. По разнице координат реперов ΔX , ΔY , ΔZ относительно их исходного положения можно определить направление в пространстве вектора смещения в цифровом виде, а также по разнице горизонтальных проложений ΔS между реперами относительно исходных значений можно судить об устойчивости приборного массива.

На участках профильных линий с углом наклона до $10-15^\circ$ применено сочетание традиционных геодезических методов с электронным тахеометром. Нивелирование реперов на таких участках выполняется геометрическим способом высокоточным поверенным нивелиром типа DNA03 с помощью инварных двухсторонних реек с уровнями. Высотная невязка нивелирного хода Δh не должна превышать

$$\Delta h \leq \pm 2\sqrt{n}, \text{ мм} \quad (4.2)$$

или

$$\Delta h \leq \pm 6\sqrt{L}, \text{ мм} \quad (4.3)$$

где n - количество штативов;

L – длина хода в км.

Нивелирование реперов производится из середины с разностью плеч до связующих реперов не более 2-3м и длиной плеч не более 80 м.

Измерение расстояний между реперами профильных линий предусматривается производить с помощью электронного тахеометра Leica TC1201, который позволяет определять и координаты реперов и горизонтальное проложение между ними.

В случае невозможности выполнения геометрического нивелирования высотное положение реперов, а также расположенных на уступах, будет определяется методом тригонометрического нивелирования с измерением углов наклона поверенным начальным положением реперов профильных линий и координаты электронным тахеометром Leica TC1201. Ошибка измерения высоты инструмента и сигнала (марки) не должна превышать ± 1 мм.

Инструментальные наблюдения за состоянием устойчивости бортов карьера Коктасжал ведутся с июня 2017 года. С помощью электронного тахеометра Leica TC 1201 определяются координаты начального положения реперов профильных линий и координаты тех же реперов при последующих наблюдениях. Каталог координат реперов наблюдательных станций по результатам 1^{ой} серий наблюдений (14.07.2017г.).

Результаты определения координат заложенных реперов наблюдательных станций представлен в таблице 4.1

Таблица 4.1 – Результаты определения координат заложенных реперов наблюдательных станций

№ точки	X, м	Y, м	Z, м
Линия 1			
L1.1	51464.8192	83287.6352	676.6292
L1.2	51498.3324	83315.7582	674.8392
L1.3	51531.9159	83352.4409	666.9652
L1.4	51565.3757	83388.8654	659.6827
L1.5	51634.0214	83463.7640	675.8080
L1.6	51666.2490	83500.0232	680.5507
Линия 2			
L2.1	51639.6616	83104.8633	660.7184
L2.2	51673.4013	83141.8610	660.7098
L2.3	51699.4625	83168.5455	662.7884
L2.4	51740.5061	83215.6462	669.7572
L2.5	51774.1536	83252.5066	679.2854
L2.6	51807.7487	83289.8702	691.4736
Линия 3			
L3.1	51806.9311	82896.0101	652.1875
L3.2	51840.1662	82932.4345	655.3678
L3.3	51875.0419	82968.6846	658.6014
L3.4	51907.9171	83006.7663	664.3311
L3.5	51941.0609	83044.5784	672.7573
L3.6	51976.4547	83082.5728	669.5670

продолжение 4.1			
№ точки	X, м	Y, м	Z, м
L3.7	52015.8228	83119.6139	675.8245
Линия 4			
L4.1	51956.8312	82682.9528	654.8068
L4.2	51993.7134	82723.3400	657.0265
L4.3	52022.8014	82755.4503	660.0927
L4.4	52060.7156	82796.8665	667.6113
L4.5	52088.5221	82831.4228	672.2130
L4.6	52159.3792	82905.9824	687.0781
L4.7	52195.3620	82943.7068	691.8577
Линия 5			
L5.1	52348.2317	84245.6147	682.9166
L5.2	52323.9615	84216.6121	678.8625
L5.3	52287.9683	84180.7761	666.0257
L5.4	52254.7897	84145.5167	660.1199
L5.5	52220.6274	84107.0835	654.8123
L5.6	52187.3210	84069.9877	655.0004
L5.7	52153.4391	84033.0286	656.3418
Линия 6			
L6.1	52425.3541	84162.7744	670.2968
L6.2	52391.8659	84125.2249	667.3255
L6.3	52357.9228	84088.8967	664.5390
L6.4	52304.9470	84028.3309	663.6622
L6.5	52257.0691	83978.3471	663.1702
L6.6	52223.1647	83940.9032	661.5391
L6.7	52184.1525	83898.8093	665.1966
Линия 7			
L7.1	52797.4968	83860.1090	733.6055
L7.2	52671.2682	83731.0096	711.6629
L7.3	52629.3336	83684.8354	713.6560
L7.4	52610.5922	83664.1775	716.4395
L7.5	52600.2683	83652.9810	718.9920
Линия 8			
L8.1	52919.8988	83649.9911	732.1241
L8.2	52832.0836	83596.3203	691.7459
L8.3	52799.0216	83558.9557	695.4220
L8.4	52777.4670	83536.0934	694.3737
L8.5	52727.4390	83481.3575	710.7625

Выводы по 4 главе

Рассмотрены технологические аспекты с применением инновационных технологий в виде поточно-циклической системы с применением высокопроизводительного экскаватора, передвижного дробильного комплекса и конвейеров (забойных, мосты, магистральные) и радиальный стакер, отправляющий руду на рудный склад и породу в отвалы. Работа системы автоматизирована и контролируется операторами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В магистерской диссертации получены следующие результаты:

1. Изучено геологическое строение горного массива в прибортовых зонах и выявлены основные структурные нарушения. Определены типы пород, слагающие прибортовые массивы: кварцит по порфиритам, гранодиорит по порфиритам, порфириты и туфы. В структурном отношении месторождение находится в ядре каледонской складки регионального характера. Через все месторождение в северо-западном и юго-восточном направлениях проходит Южный разлом. На месторождении широко развиты тектонические трещины северо-восточного направления. Раздробленные породы сцементированы гидротермальными кварцевыми растворами. Падение интрузии плагиогранит-порфира изменяется от 85° до 89° .

2. Обоснованы расчетные прочностные характеристики пород прибортовых массивов карьера на основе усредненных данных лабораторных исследований физико-механических свойств горных пород. Для перевода сцепления пород от образца к массиву используется коэффициент структурного ослабления, который учитывает средний размер структурного блока и глубину залегания породы. В полученное значение сцепления в массиве вводится коэффициент запаса, равный 1,2, согласно существующим методическим указаниям.

3. Выбраны методы расчета устойчивости бортов карьера, которые надежно апробированы на практике при обосновании параметров бортов карьера Коктасжал и выполнена оценка устойчивости бортов по выделенным геологическим разрезам с учетом проектного и рекомендуемого контуров бортов карьера. Расчеты выполнены по геологическим разрезам: О-О, III-III, V-V, VI-VI, VIII-VIII, X-X, XII-XII и XV-XV по северо-восточному и по юго-западному бортам карьера. Оценка устойчивости бортов карьера выполнена в следующей последовательности: вначале оценен предложенный проектный контур борта, где коэффициент запаса устойчивости бортов колебался от 1,05 до 1,18. При этом высота борта карьера составляла от 293 м до 320 м, а углы наклона плоских бортов колебались от 52° до 58° . Полученные значения коэффициентов запаса бортов говорят о недостаточной их устойчивости, согласно существующей инструкции МЧС РК от 2008 г. коэффициенты запаса устойчивости борта карьера должен быть 1,3 и выше при сроке службы карьера более 10 лет.

Для достижения допустимого значения коэффициента запаса устойчивости отстроены борта карьера выпуклой формы путем выполаживания бортов в верхней части. При этом генеральный плоский угол наклона северо-восточного борта колеблется от 47° до 52° , а эквивалентный плоский колеблется от 46° до 49° . Что же касается юго-западного борта, то генеральный плоский угол наклона колеблется от 46° до 47° , а эквивалентный плоский – от 52° до 53° . В этих случаях коэффициенты запаса устойчивости бортов колеблются от 1,21 до 1,32.

4. Рассмотрены технологические аспекты с применением инновационных технологий в виде поточно-циклической системы с применением высокопроизводительного экскаватора, передвижного дробильного комплекса и конвейеров (забойных, мосты, магистральные) и радиальный стайер, отправляющий руду на рудный склад и породу в отвалы. Работа системы автоматизирована и контролируется операторами.

5. Для повышения качества ведения горных работ на проектных контурах предложены технологические схемы заоткоски уступов с созданием предварительного щелеобразования. Приведены параметры буровзрывных работ и количество взрывчатого вещества в скважинах приоткосной зоны с их диаметром 100 мм и 250 мм для пород месторождения Коктасжал.

6. Разработан и реализован проект производства наблюдений за состоянием бортов карьера Коктасжал, представлены в виде заложенных реперов по профильным линиям (НСI, НСII, НСIII и НСIV). Общее количество реперов: опорных – 16 шт. и рабочих - 34 шт. Предложена методика производства угловых и линейных измерений с использованием электронного тахеометра. Выполнены первоначальные исходные измерения и сведены в специальные каталоги координат.

7. Предложены следующие научные направления:

- изучить детально трещиноватость горных пород с целью дальнейшего районирования откосов уступов по фактору устойчивости;
- провести испытания в натурных условиях на сдвиг породных призм с целью уточнения прочностных свойств основных типов пород;
- изучить влияние буровзрывных работ на деформирование приконтурного массива на карьере с целью разработки адаптированных технологических схем заоткоски уступов на проектных контурах;
- разработать автоматизированную систему инструментального мониторинга за состоянием откосов уступов и бортов на проектных контурах карьера.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Отчеты по геологическим исследованиям месторождения Коктасжал (Н.А.Севрюгина и А.Г.Тимофеева, П.М.Гречушкина и Г.М. Щеперина).
- 2 Ожигин С.Г., Низаметдинов Ф.К., Ожигина С.Б. Маркшейдерское обеспечение устойчивости прибортовых массивов карьеров. – Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015.- 314с.
- 3 Гапий А.В. Разработка методики исследования структуры прибортового горного массива с использованием современных цифровых технологий: дис. ...маг.техн.наук: 6М074900.– Караганда: КарГТУ, 2015.-75 с.
- 4 Мозер Д.В., Ожигин Д.С. Ожигина С.Б., Дорош Н.А., Кулыгин Д.А., Воробьева Ю.Б. Инструментальные наблюдения за деформациями техногенных объектов// XIII междунар. Выст. И науч. Конгр. «Интерэкспо Геосибирь-2017».-Новосибирск: СГУГиТ, 2017. – С.135 – 139.
- 5 Санникова А.П. Методика оперативного определения трещиноватости пород и ее применение для оценки прочности при расчете устойчивости бортов карьеров: автореф. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург: НМСУ «Горный», 2012. – 19с
- 6 Лютак А.И. Технология создания цифровых моделей карьеров с применением лазерных сканеров // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. – 2014. - №1. – С.386-388.
- 7 В.И. Слепцов. Устойчивость борта карьера при изменении прочностных свойств многолетнемерзлых горных пород. ГИАБ, 2011. С.202
- 8 Съедина С.А., Балтиева А.А., Шамганова Л.С. Инновационные методы наблюдения за деформациями бортов карьера. Вестник КазГАСА, №3(65), 2017 г., Алматы, ISSN 1680-080X. С. 224-230.
- 9 Свидетельство о государственной регистрации прав на объект авторского права под названием: «Устойчивость карьерных откосов», № 126 от 26.01.2015 г., ИС 000641.
- 10 Низаметдинов Ф.К. и др. Управление устойчивостью техногенных горных сооружений. Караганда, Изд-во Казахстанско-Российского Университета, 2014г. - 657с.
- 11 Проект наблюдательных станций за состоянием устойчивости бортов и отвалов разреза «Жалын»: отчет о НИР по исследованию состояния устойчивости откосов, уступов, бортов и отвалов на угольном месторождении Жалын/КарГТУ МОН РК: рук. Низаметдинов Ф.К.; испол. Ожигин Д.С.- Караганда, 2011.- 71с.
- 12 Проект промышленной разработки месторождения Коктасжал ТОО «Алтай Полиметал», Караганда, 2014 г. – 94 с.
- 13 Низаметдинов Ф.К., Олейникова Е.А., Копжасарова П.И., Жанатулы Е. Комплексный контроль состояния устойчивости бортов карьера. Труды международной научно-практической конференции: «Интеграция науки, образование и производство – основа реализации Плана нации», (Сагиновские чтения №10), Караганда, 2018 г, - с. 223-227

СОГЛАСОВАНО :
Гл инженер ГД
ТОО "Алтай полиметаллы"
Шаймерден Н.Б.

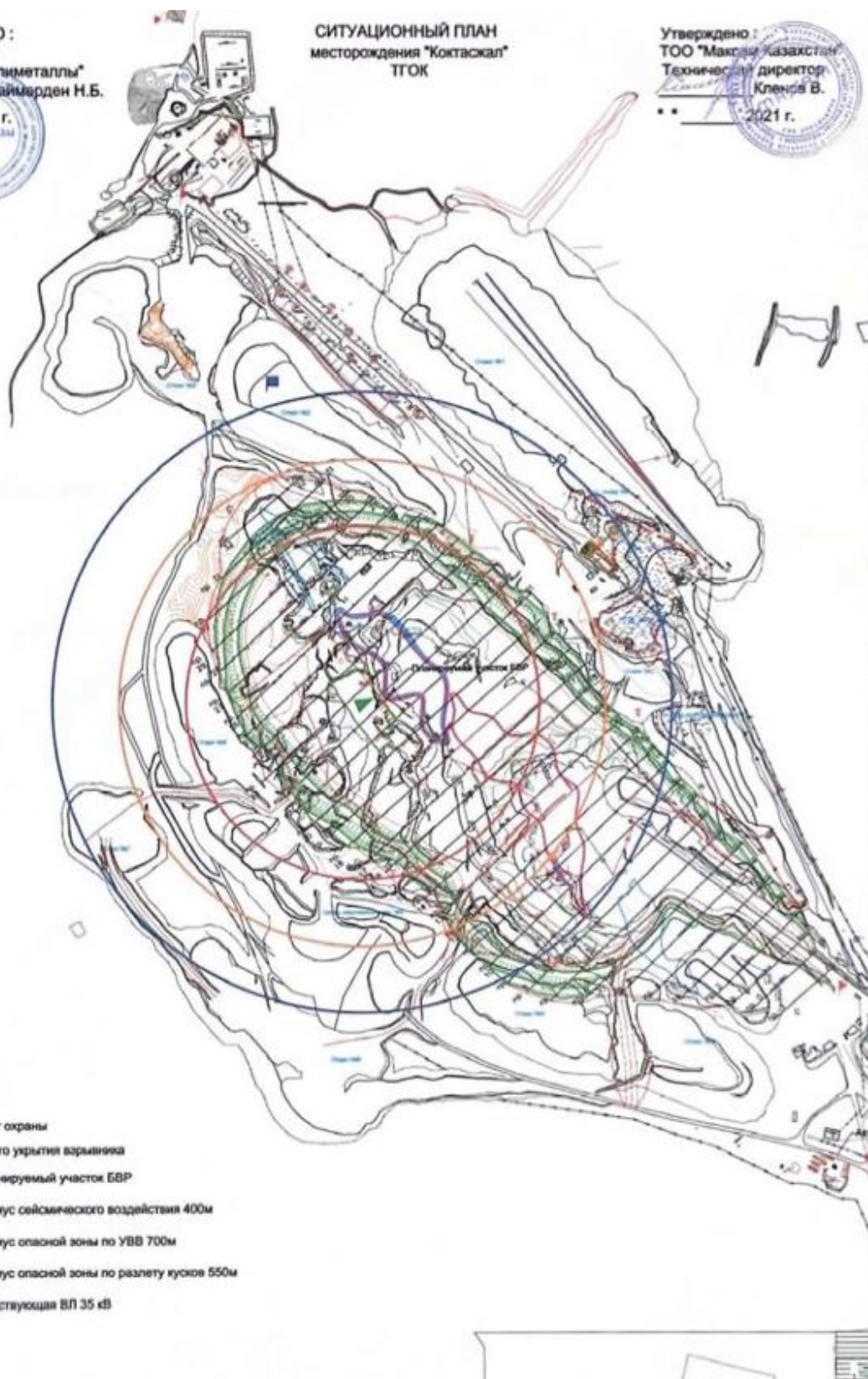


СИТУАЦИОННЫЙ ПЛАН месторождения "Коктасжал" ТГОК

Утверждено :
ТОО "Максимум Казахстан"
Технический директор
Кленов В.
2021 г.



-  - пост охраны
-  - место укрытия взрывника
-  - Планируемый участок БВР
-  - радиус сейсмического воздействия 400м
-  - радиус опасной зоны по УВВ 700м
-  - радиус опасной зоны по разлету кусков 550м
-  - Существующая ВЛ 35 кВ



Утверждаю:

Согласовано:

Месторождение "Коктасжал"
Паспорт на обустройство блока №002-660 ДМБ. 03-216 км +669.3/+660.0
паспорт инфраструктуры при бурении

