

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

(НИУ «БелГУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ГОРНОГО ДЕЛА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЙ ГЕОЛОГИИ И ГОРНОГО ДЕЛА

**Инженерно-геологическое сопровождение буровзрывных работ на карьере
«Восточный» Олимпиадинского месторождения**

Выпускная квалификационная работа

обучающегося по специальности

21.05.02 «Прикладная геология»

очной формы обучения,

группы 81001305

Крючкова Ивана Сергеевича

Научный руководитель

Д.г.-м.н., проф., Дунаев В.А.

Рецензент

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	
1.1 Физико-географические условия исследуемого района.....	
1.1.1 Климат.....	
1.1.2 Рельеф.....	
1.1.3 Гидрография.....	
1.1.4 Почвы и растительность.....	
1.2 Геологическое строение.....	
1.3 Геоморфология.....	
1.4 Гидрогеологическая характеристика месторождения.....	
1.5 Экологическое состояние территории.....	
2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.....	
2.1 Геологическое строение.....	
2.2 Гидрогеологическая характеристика месторождения.....	
2.3 Структурно-тектоническая характеристика рудно-породного массива месторождения.....	
2.4 Современное состояние и перспективы развития горных работ.....	
3 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ.....	
3.1 Анализ инженерно-геологических факторов, влияющих на взрываемость горных пород.....	
3.2 Методика и объемы выполненных работ.....	
3.3 Блочность и прочность горных пород карьера «Восточный».....	
3.4 Проектные работы.....	
4 ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ. РАСЧЕТЫ ЗАТРАТ ТРУДА И ВРЕМЕНИ.....	
4.1 Расчет затрат времени.....	
4.2 Сводная смета на запроектированные работы.....	
4.2.1 Расчет сметной стоимости работ по составлению проектно-сметной документации.....	
4.2.2 Расчет сметной стоимости по изучению фондовых материалов.....	
4.2.3 Расчет сметной стоимости по рекогносцировочным работам.....	
4.2.4 Расчет сметной стоимости по топогеодезическим работам.....	
4.2.5 Расчет сметной стоимости на буровые работы.....	
4.2.6 Расчет сметной стоимости на проведение испытаний физико-механических свойств пород.....	
4.2.7 Расчет сметной стоимости написания и защиты отчета.....	
5 ОХРАНА ТРУДА. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	
5.1 Охрана труда и промышленная безопасность.....	
5.2 Экология.....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Геологическая карта карьера «Восточный».....	
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Карта блочности карьера «Восточный».....	

ВВЕДЕНИЕ

При открытой разработке месторождений основными природными факторами, влияющими на взрываемость различных литологических типов горных пород, являются их трещиноватость (выраженная размером элементарного блока) и крепость (прочность), что определяет необходимость инженерно-геологического сопровождения буровзрывных работ на карьерах, цель которого заключается в достоверной оценке указанных параметров для каждого планируемого к отработке буровзрывного блока и на основе этого правильном выборе удельного расхода взрывчатого вещества.

Объектом исследования является карьер «Восточный» Олимпиадинского золоторудного месторождения, расположенный в 560 км к северу от г. Красноярск. Данное месторождение отрабатывается открытым способом с 1983 г. В настоящее время глубина карьера достигает более 500м.

Целью дипломной работы является инженерно-геологическое сопровождение буровзрывных работ на карьере «Восточный» Олимпиадинского месторождения. Для достижения поставленной цели автором были решены следующие задачи:

1. Выявлены закономерности изменения размера отдельности пород;
2. Установлена зависимость кусковатости взорванной горной массы от технологических параметров взрывания;
3. Усовершенствованна классификация пород Олимпиадинского месторождения по взрываемости и составлена интерактивная карта карьера «Восточный» по взрываемости пород.

Необходимый для этого фактический материал собран автором в период прохождения производственной практики и выполнении работ по договору на карьере «Восточный» в составе группы специалистов ВИОГЕМ. Все необходимые работы с геологической графикой осуществлены с использованием специального программного обеспечения ГИС ГЕОМИКС.

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Физико-географические условия исследуемого района

1.1.1 Климат

Олимпиадинское золоторудное месторождение гидротермального генезиса расположено в центральной части Енисейского кряжа и административно входит в состав Северо-Енисейского района Красноярского края. Ближайшими к месторождению населенными пунктами являются пос. Новая Калами (40 км), Тея (80 км), Брянка (150 км). От районного центра п.г.т. Северо-Енисейского месторождение находится на расстоянии 70 км в юго-западном направлении (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 — Обзорная карта района исследования

Климат района резко континентальный с суровой продолжительной холодной зимой и коротким жарким летом. Минимальные зимние температуры (декабрь, январь) достигают -61°C , максимальные летние $+34^{\circ}\text{C}$ (июль). Среднегодовая температура составляет -5°C . Количество дней со среднесуточной отрицательной температурой воздуха — 209.

Стабильный снеговой покров появляется в конце сентября и полностью исчезает в середине июня. Мощность снежного покрова достигает местами 3,5 м, в среднем около 1,3 м. Глубина промерзания нарушенных горных пород: крупнообломочных — 3,3 м; глинистых — 2,8 м.

Несмотря на отрицательные среднегодовые температуры, многолетнемерзлые породы в районе месторождения отсутствуют. Глубина сезонного промерзания колеблется от 0,5 до 2,0 м, в зависимости от толщины снежного покрова. Незначительная глубина сезонного промерзания объясняется ранним и устойчивым снежным покровом без промежуточного оттаивания.

Общее число дней с отрицательной температурой достигает 242. Норма годовых осадков 480-521 мм. Сейсмичность района 6 баллов. Район месторождения отличается повышенной нормой выпадения осадков. Преобладают затяжные, морозящие дожди, а зимой длительные и обильные снегопады. По данным метеостанций ближайших поселков годовая норма осадков составляет 480-520 мм, а для района месторождения около 1600 мм.

1.1.2 Рельеф

Район месторождения находится в пределах Среднесибирского плоскогорья и относится к горно-таежной зоне с типичным среднегорным рельефом местности. Абсолютные отметки вершин находятся в пределах 800-1100 м (Енашиминский Полкан — 1125 м). Месторождение расположено на высоте 650-750 м над уровнем моря, средняя абсолютная отметка 700 м. Относительные превышения водоразделов над днищами долин составляют 100-200 м, достигая 300 м. Склоны долин чаще пологие (до 20°), реже крутые (до

25°-30°) [3].

1.1.3 Гидрография

Местность сильно задернована, нередко заболочена. Гипсометрически месторождение расположено в районе наивысших абсолютных отметок Енисейского кряжа, в пределах его Центрального поднятия. Отсюда берут начало реки, текущие, как на север, в бассейн Подкаменной Тунгуски (р. Енашино с ее притоками, руч. Олимпиадинский и Иннокентьевский, р. Тея с притоком Тырада), так и на юг, в систему Большого Пита (р. Чиримба с притоком Полуторник).

1.1.4 Почвы и растительность

Растительность типично горно-таежная. Из древесных пород преобладают ель, пихта, кедр, береза, осина, ольха. Лес низкорослый, плохого качества. Преобладают зональные дерново-подзолистые и дерново-лесные бурые почвы, мощность которых составляет 0,05-0,1 м.

1.2 Геологическое строение

Олимпиадинское месторождение является главным золоторудным объектом узла. По запасам золота месторождение является крупнейшим из разрабатываемых в настоящее время в России.

Геологическая позиция месторождения определяется его положением относительно основных тектонических структур узла. Оно локализовано в ядре периклинального замыкания Медвежинской антиклинали и приурочено к зоне сочленения Главного и Широтного разломов (рис. 1.2).

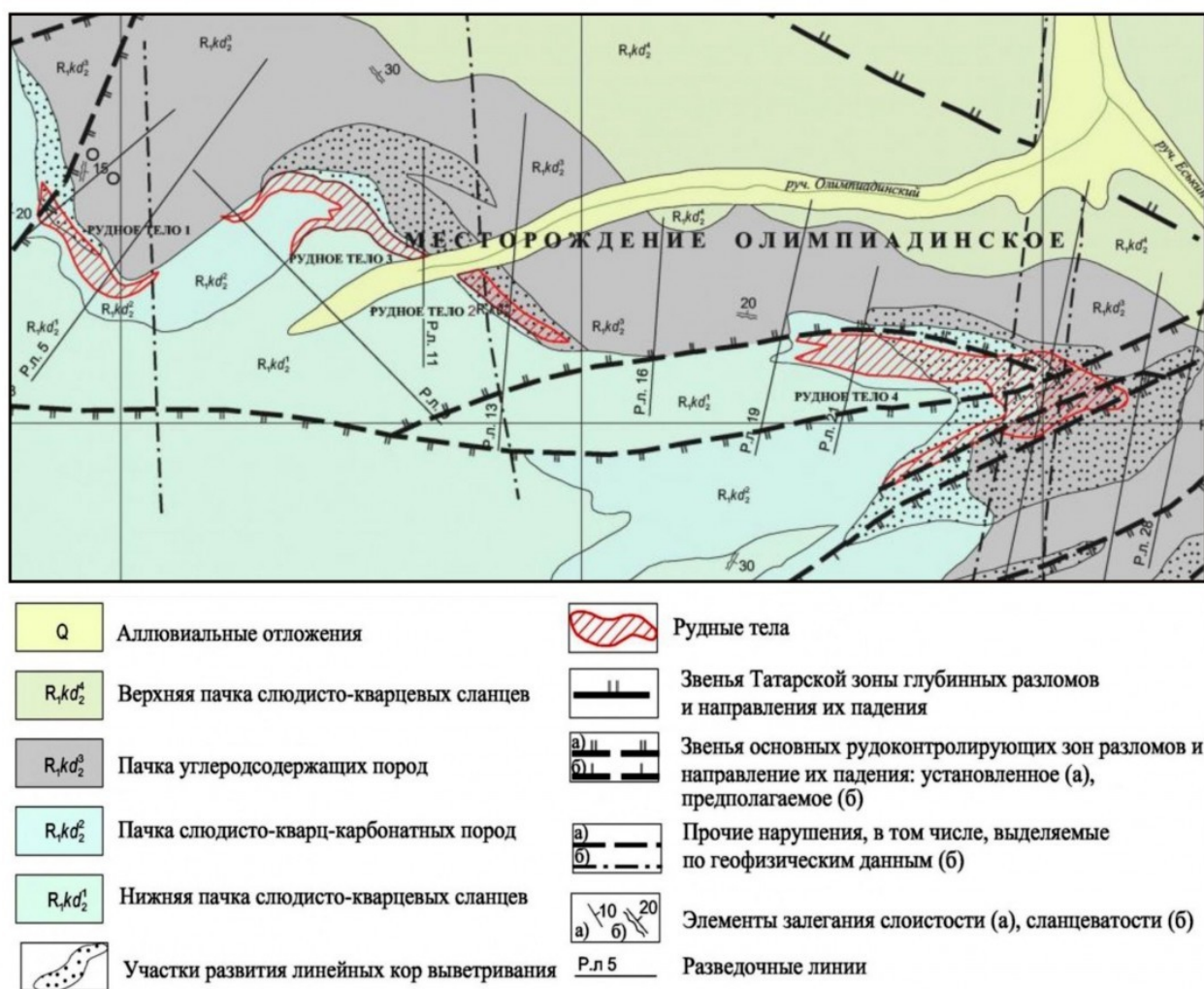


Рисунок 1.2 — Схема геологического строения Олимпиадинского месторождения

Наряду со складчатостью высоких порядков, золотое оруденение контролируется зонами разрывных нарушений широтного и северо-восточного направлений, и подчиняется литологическому контролю. Отдельные звенья разломов в совокупности с межпластовыми подвижками образуют зоны повышенной проницаемости на контакте углеродистых и карбонатных пород, благоприятные для образования рудоносных метасоматитов [17].

На Олимпиадинском месторождении выделяются два участка: Западный и Восточный.

Восточный участок расположен в пришарнирной части Медвежинской антиклинали, осложненной нарушениями субширотного и северо-восточного простираний.

Западный участок расположен на северном крыле Медвежинской антиклинали. Оруденение контролируется здесь лежащими сопряженными складчатыми структурами [22].

На площади Олимпиадинского месторождения выделяются четыре литолого-стратиграфические пачки пород (снизу вверх по возрасту):

- пачка слюдисто-кварцевых сланцев, нижняя;
- пачка слюдисто-кварц- карбонатных пород;
- пачка углеродсодержащих пород ;
- пачка слюдисто-кварцевых сланцев, верхняя.

Нижняя пачка слюдисто-кварцевых сланцев сложена слюдисто-кварцевыми сланцами серого, светло-серого цвета с четко выраженной сланцеватой текстурой.

Пачка слюдисто-кварц-карбонатных пород сложена карбонатно-слюдисто-кварцевыми сланцами, мраморизованными известняками, биотит-карбонат-кварцевыми, мусковит(серицит)-кварцевыми, гранат-пироксен-амфибол-эпидотовыми метасоматическими породами.

Пачка углеродсодержащих пород имеет довольно пестрый состав слагающих ее разновидностей, в которых в тех или иных количествах присутствует углеродистое вещество. В составе пачки выделяются кварц-мусковитовые углеродистые сланцы, часто с хлоритоидом, углеродистые мусковит-карбонат-кварцевые сланцы и метасоматические породы того же состава, углеродсодержащие серицит-кварц-карбонатные и карбонатно-кварцевые метасоматические породы, карбонатно-слюдисто-кварцевые сланцы, иногда углеродсодержащие, углеродисто-цоизит-кварцевые метасоматиты.

Верхняя пачка слюдисто кварцевых сланцев (сложена мусковит-биотит-кварцевыми сланцами нередко с гранатом. Эти породы близки по составу с породами, слагающими нижнюю пачку кварц-слюдистых сланцев. Породы этой пачки расположены к западу от проектируемого карьера и в отработку не попадают.

Всего в пределах месторождения выделяется четыре рудных тела, три из которых располагаются в лежащих складках, осложняющих северное крыло Медвежинской антиклинали, и составляют Западный участок месторождения; четвертое рудное тело, относящееся к Восточному участку, локализуется в пришарнирной части антиклинали и сосредотачивает в себе около 90% запасов месторождения. Рудные тела не имеют четких литологических границ и выделяются по данным опробования.

1.3 Геоморфология

В пределах территории Енисейского кряжа можно отметить, что эндогенный рельеф, предопределенный тектоникой, не пользуется значительным распространением, представлен протяженными крутыми склонами вдоль разломов северо-западной ориентировки [3]. При пересечении разломами речных долин образуются первичные меандры (р. Тея севернее пос. Суворовский и др.). Структурно-денудационный рельеф в районе обусловлен препарированием геологических тел и дислокаций в отложениях сухопитской и тунгусинской серий. Такая морфология наиболее выражена в бассейне Вангаша, нижней части бассейна Енашимо, в междуречьях Енашимо-Иочимо. На площадях распространения структурно-денудационного рельефа речная сеть имеет решетчатый рисунок, причем главные реки следуют в основном по простиранию свит отложений, основные притоки расположены вкрест простирания, а притоки притоков – чаще диагонально. При препарировании пачек устойчивых сланцев образуются куэстовые гряды. Следует отметить, что своеобразный (массивный) структурно-денудационный рельеф образован вследствие препарирования тел гранитоидов. Здесь возвышенности имеют сопочную морфологию, рисунок речной сети чаще древовидный. Денудационный рельеф, обусловленный процессами выравнивания территории в мел-палеогеновую эпоху тектонического покоя, представлен субгоризонтальными поверхностями трех уровней. Из них нижний

характеризуется отметками междуречий 420-500 м, он выражен на северо-западе, в междуречье Нойбы и Теи, Вандады и Чингасана. Средний уровень денудационного рельефа (550-600 м) представлен в междуречье Правой Немчаны— Большой Топтыгайки, ручьев Рязановский (приток Теи) и Запорожский (приток Енашимо) и др. Верхний уровень (650-700 м) зафиксирован на юго-востоке в междуречье Немуни и Вангаша. Площадные коры выветривания на этих поверхностях не установлены, более вероятны линейные и контактовые коры. Местами на выровненных междуречьях отмечены фрагменты палеодолин. Эрозионно-денудационный рельеф в районе очень распространен и выражен склонами разной крутизны и пространственной ориентировки. Этот тип рельефа характерен для окрестностей крупных рек (Теи, Черимбы, Чапы и др.). Эрозионно-аккумулятивный рельеф характерен для днищ долин малых рек и ручьев, в том числе золотоносных. Ему свойственны задернованные склоны, которые обрамляют ленту перстративного аллювия, имеющего мощности от первых до нескольких метров.

Аккумулятивный рельеф характерен для плоских заболоченных расширений пойм, обусловленных неотектоникой (опусканием местности, подпруживанием реки поперечным поднятием). В таких условиях формируется констративный аллювий мощностью от нескольких до десятков метров. Долинные расширения характерны для Иочимо, Теи ниже устья Нойбы, низовьев Немуни, устьевой части Чингасана и далее вдоль Чапы. Второй тип пологосклонного аккумулятивного рельефа связан с делювиально-солифлюкционным процессом, проявленным в долине ручья Тарасовского (правый приток Теи), в правобережье Иочимо в ее верховьях.

1.4 Гидрогеологическая характеристика месторождения

Гидрогеологические условия месторождения характеризуются наличием водоносных горизонтов зоны экзогенной трещиноватости и трещинно-жильных вод метаморфических пород, а также поровых вод образований коры выветривания и делювиально-аллювиальных четвертичных отложений. Исходя

из литологических особенностей и фильтрационных параметров на месторождении выделено 6 (шесть) водоносных горизонтов.

Водоносный горизонт делювиально-аллювиальных отложений— распространен полосами шириной 200-250 м по долинам рек и ручьев. Мощность обводненных отложений от 1,5 до 13,0 м. Водовмещающими породами являются пески, гравийно-галечные и дресвяно-щебнистые отложения с суглинистым и супесчаным заполнителем. Коэффициент фильтрации от 0,55 до 8,23 м/сут, водопроницаемость от 10,0 до 98,4 м²/сут, дебиты скважин при откачке воды от 0,6 до 2,8 л/сек. Через четвертичные отложения разгружается основная масса подземных вод, через эти отложения происходит и основной транзит поверхностных вод в водоносные горизонты экзогенной трещиноватости и коры выветривания.

Водоносный горизонт образований коры выветривания— приурочен к понижениям рельефа и контролируется зонами тектонических нарушений. Водовмещающими породами являются супеси, суглинки, пески и т.д. до дресвяно-щебнистых образований. Мощность горизонта от 10-15 до 350-400 м. Коэффициент фильтрации от 0,1 – 0,5 до 0,5-8,0 м/сут, водопроницаемость 0,84-436 м²/сут, водоотдача средняя 1,7'10,2. Наблюдается тенденция к уменьшению коэффициента фильтрации с глубиной.

Водоносный горизонт слюдисто-кварцевых сланцев верхней литологической пачки распространен к северу и востоку от месторождения. Подземные воды в нижней части долин залегают на глубинах 2-5 м, а по долинам часто обладают местными напорами в 1,5–2 м. Водообильность сланцев невысокая. Водопроницаемость от 1 до 338 м²/сут, в среднем около 71 м²/сут.

Водоносный горизонт кварц-слюдисто-углеродистых сланцев в наибольшей мере определяет степень обводненности месторождения. Коэффициент фильтрации варьирует от 0,0022 до 4,2 м/сут, водопроницаемость от 0,19 до 1030 м²/сут. Наибольшие значения характерны в зоне тектонических нарушений.

Водоносный горизонт биотит-кварцевых сланцев распространен к западу и юго-западу от месторождения. Водно-фильтрационные свойства сравнительно невелики: водопроницаемость от 13 до 152 м²/сут, в среднем 62 м²/сут. Также небольшие значения характерны для тектонических нарушений.

Водоносный горизонт слюдисто-кварц-карбонатных пород распространен в ядерной части структуры. Наиболее существенной особенностью является развитие по ним карста в приконтактной зоне с корами выветривания. Мощность зоны карстования первые метры. Карст обычно заполнен глинистыми образованиями. Скважинами подземные воды вскрываются на глубине 5-10 м, а под корами выветривания - и на 200-300 м. Водопроницаемость от 0,037 до 558 м²/сут. Наибольшие значения характерны для зон карстования и тектонических нарушений.

1.5 Экологическое состояние территории

Олимпиадинское золоторудное месторождение с 1983 г. отрабатывается карьером “Восточный”. Технологическая схема разработки месторождения карьерным способом основана на применении мощных экскаваторно-автомобильных комплексов и буровзрывных работ. Массовые взрывы зарядами общим весом 15 – 20 т проводятся еженедельно. Искусственное проветривание не используется. Транспортировка руды и горной массы осуществляется карьерными автосамосвалами. Переработка сульфидной руды Олимпиадинского месторождения производится на двух золотоизвлекающих фабриках — ЗИФ-2 и ЗИФ-3.

При обогащении золотосодержащей руды используется гравитационно-флотационная технология с последующим биоокислением флотоконцентрата и сорбционным выщелачиванием биокеков. Хвосты флотации складированы в хвостохранилищах. В них сбрасываются также карьерные и ливневые воды в объеме не более 1 тыс. м³/ч, которые проходят предварительную очистку и хранятся в накопительном пруду. Производственная деятельность предприятий, сконцентрированных на ограниченной территории в радиусе 8 км, оказывает

негативное воздействие на окружающую среду. В первую очередь это связано с механическим разрушением почвенного и растительного покровов при строительстве инфраструктуры предприятий и развитии горных работ на карьерах. Во-вторых, с размещением на поверхности как значительных объемов вскрышных пород (около 10 тыс. т на 1 т золота), так и хвостов обогащения. Практически это неопасные отходы (нетоксичные и слаботоксичные IV и V класса опасности). Более токсичные вещества I — III класса опасности (ртутьсодержащие отходы, отработанные технические масла и прочие нефтепродукты) вывозятся и утилизируются сторонними специализированными организациями. В качестве положительного фактора следует отметить, что наиболее опасное по экологическим требованиям химическое производство — аффинаж золота — осуществляется за пределами промлощадки, на заводе цветных металлов в Красноярске.

Работа на предприятиях организована по вахтовому способу. Вахтовый поселок обеспечивает постоянное проживание 6 тыс. чел. В 2010 г. на Олимпиадинском ГОКе внедрена система управления экологическими рисками в соответствии с требованиями международного стандарта. Почвенный покров района размещения ГОКа имеет мозаичный вид и включает буротаежные, подзольные иллювиально-гумусовые и дерново-карбонатные почвы. Они слабо подвергаются эрозии, отличаются большим потенциалом самоочищения от минеральных загрязняющих веществ. Лесистость территории высокая и составляет более 67 – 81 % с преобладанием хвойных видов. Годичная продукция фитомассы 8 – 11 т/га. Все перечисленные природные факторы позволяют предварительно оценивать экологическую ситуацию района размещения ГОКа как благоприятную [15].

2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Геологическое строение

В пределах предельного контура карьера «Восточный» выделяются четыре литолого-стратиграфические пачки (приложение 1):

- пачка слюдисто-кварцевых сланцев, нижняя ;
- пачка слюдисто-кварц-карбонатных пород;
- пачка углеродсодержащих пород;
- пачка слюдисто-кварцевых сланцев, верхняя.

Две средние пачки представляют маркирующий рудовмещающий горизонт. Для горизонта характерно наличие пород, измененных в процессе контактового метаморфизма различной интенсивности. В зависимости от степени изменения взаимопереходы от первичных пород к изменённым могут быть как постепенные, с остатками реликтовых структур, так и резкими, с полностью измененными породами (кварциты, мрамора). Основным признаком метасоматоза являются преобразования, связанные с осветлением пород, окварцеванием, повышением содержания сульфидов, карбонатизацией, сменой сланцеватой текстуры на полосчатую и массивную, частым кварцевым и карбонатным прожилкованием [28,29].

Нижняя пачка слюдисто-кварцевых сланцев: слагает низ среднекординской подсвиты и представлена слюдисто-кварцевыми сланцами — серыми, светло-серыми, с зеленоватым оттенком, с явно выраженной сланцеватой текстурой и гранолепидобластовой структурой. Породообразующие минералы — биотит, мусковит, кварц, порфиробласты гранатов, второстепенные — хлорид, клиноцоизит. В пределах предельного контура карьера вскрыты скважинами в северо-западном секторе последнего.

Пачка слюдисто-кварц-карбонатных пород: сложена карбонатно-слюдисто-кварцевыми сланцами и слюдисто-карбонат-кварцевыми

метасоматическими породами. Карбонат-слюдисто-кварцевые сланцы: серые, светло-серые, в разной степени рассланцованные мелко-средне-зернистые породы. Породообразующие минералы — биотит, мусковит, кварц, карбонат, иногда хлорит и гранат. В сланцах нередко присутствуют устойчивые прослои мраморизованных известняков и образованные по ним метасоматические породы, различные по облику и составу: биотит-карбонат-кварцевые, биотит-мусковит-карбонат-кварцевые (двуслюдяные), мусковит (серицит)-кварцевые, скарноиды.

Слюдисто-карбонат-кварцевые метасоматиты: отличаются от карбонат-слюдисто-кварцевых сланцев главным образом текстурой, значительно менее сланцеватые, до массивных и полосчатых, более осветлены, более крупные вкрапления слюд, по существу являются продуктом более глубокой переработки первичных пород. Привязаны главным образом к участкам развития оруденения. Породообразующие минералы — кварц, карбонат, биотит, мусковит, хлорит, постоянно варьирующие в количественном отношении. По количеству и составу слюд породы делятся на три разновидности:

- биотит-мусковит-карбонат-кварцевые (двуслюдяные) породы — серые, до светло-серых;
- биотит-карбонат-кварцевые (темно-слюдистые) породы — за счет отсутствия в составе светлой слюды окраска более темная с коричневым оттенком;
- мусковит(серицит)-карбонат-кварцевые (светло-слюдистые) породы — более светлые, крупные зерна слюды и присутствие крупных кристаллов (1-2 см. в длину) цоизита, соответствуют зонам максимальных метасоматических изменений.

Породы пачки преимущественно согласно залегают на нижней пачке кварц-слюдистых сланцев в стратиграфическом плане, на отдельных участках отмечаются тектонические срывы вдоль контактов. Вскрыты в центральной,

юго-западной и западной частях карьера.

Пачка углеродсодержащих пород: состав представленных разновидностей пород пачки весьма разнообразный. Объединяет их присутствие в той или иной степени углистого вещества. Преобладающие цвета — серые, темно-серые, до черных; контакты с нижележащей пачкой преимущественно тектонические, залеченные и подновленные метасоматитами. Породы пачки:

- мусковит-кварцевые углеродистые сланцы — сланцеватые, тонкозернистые породы черного цвета с характерной тонкой листоватостью, гофрировкой, микроплойчатостью, свилеватостью, реже будинажем;
- мусковит-кварцевые углеродистые сланцы с хлоритоидом — образуют невыдержанные прослои, линзовидные тела в общей толще углеродсодержащих пород. Хлоритоид представлен таблитчатыми разнонаправленными кристаллами размером 2-3 мм. Цвет от темно-серого до черного, текстуры — узловатая, свилеватая, микроплойчатая;
- карбонат-слюдисто-кварцевые сланцы — слагают прослои и линзовидные тела мощностью до 40 метров. Отличаются от сланцев нижележащей пачки наличием в составе углистого вещества; цвет серый, темно-серый до черного;
- углеродистые мусковит-карбонат-кварцевые сланцы и метасоматически измененные породы (метаалевролиты) — образуют переходную толщу между существенно карбонатными породами нижележащей пачки и практически бескарбонатными кварц-мусковитовыми углеродистыми сланцами. Представляют собой в различной степени рассланцованные, темно-серые до черных породы;
- углеродсодержащие серицит-кварц-карбонатные и карбонатно-кварцевые метасоматические породы — присутствуют в местах преобладания разрывной тектоники.

Представлены тонко-мелко-зернистыми серыми, темно-серыми, массивными или слабо-сланцеватыми породами;

- углеродистые цоизит-кварцевые метасоматиты — тяготеют к зонам разломов в виде субсогласных и секущих тел. Представлены массивными или слабо-сланцеватыми мелкозернистыми породами темно-серого, черного цветов, структура — гранобластовая, лепидогранобластовая. Породы пачки преимущественно распространены в южной, юго-восточной части карьера.

Верхняя пачка слюдисто-кварцевых сланцев: согласно перекрывает нижележащие углеродсодержащие сланцы, преобладают мусковит-биотит кварцевые сланцы, часто с большим количеством граната. Породы близки по составу с породами, слагающими нижнюю пачку кварц-слюдистых сланцев, но в отличии от них в составе пород верхней пачки отмечается альбит, возрастает роль хлорита в качестве породообразующего материала, среди акцессорных минералов постоянно присутствует магнетит.

Расположение в пределах карьерного поля — северо-запад, север, северо-восток.

В процессе изучения физико-механических свойств пород карьера «Восточный», а также особенностей структурно-тектонического строения массива пород карьера, были выделены комплексы пород без жесткой привязки к стратиграфическим подразделениям:

1. Кварц-слюдистые (слюдисто-кварцевые) сланцы (25,2 % объема пород в границах карьера);
2. Метасоматиты (кварц-карбонатные, карбонат-кварцевые, существенно карбонатные породы) (27,4 % объема пород в границах карьера);
3. Углеродистые метасоматиты, кварц-карбонатные, карбонат-кварцевые сланцы (4,7 % объема пород в границах карьера);
4. Углеродистые кварц-слюдистые, слюдисто-кварцевые сланцы (6,1 % объема пород в границах карьера);

5. Углеродистые метаалевролиты (12,9 % объема пород в границах карьера);
 6. Породы зоны разломов или приуроченные к зоне разломов (23,7 % объема пород в границах карьера):

- углеродистые катаклазиты;
- углеродистые динамосланцы, хлоритоидные динамосланцы.

Следует отметить, что углеродистые катаклазиты и динамосланцы, как правило напрямую связаны как с пликативными, так и с дизъюнктивными нарушениями, почему и были отнесены к породам зоны разломов. Зона разломов была выделена как бы в самостоятельную литологическую единицу в связи со сложностью геологического строения и связанными в связи с этим трудностями выделения отдельных структур. В породах зоны разлома кроме катаклазитов и динамосланцев присутствуют практически все перечисленные выше породы, только в более перемятом, местами — раздробленном виде, за счет тектонических процессов, имевших место в зоне разломов.

2.2 Гидрогеологическая характеристика месторождения

Гидрогеологические условия Олимпиадинского месторождения определяются преимущественным развитием по площади трещинных вод в водоносных зонах экзогенной трещиноватости и трещинно-жильных вод в пределах водоносных зон тектонических нарушений. Подчиненное распространение имеют порово-пластовые воды, содержащиеся в делювиально-аллювиальных отложениях и песчано-глинистых образованиях коры выветривания. В целом, для района характерно сложное сочетание тектонических структур, которые вместе с неоднородным литологическим составом пород определяют высокую степень изменения фильтрационных свойств пород.

В пределах месторождения выделяются следующие основные водоносные горизонты:

- голоценовый делювиально-аллювиальный ($d-aQ_{IV}$);
- водоносный горизонт образований коры выветривания (KZ-

PZ);

водоносный горизонт в трещиноватых породах верхней литолого-стратиграфической пачки верхнекординской подсветы ;

водоносный горизонт в трещиноватых породах углеродсодержащей литолого-стратиграфической пачки верхнекординской подсветы (;

водоносный горизонт в трещиноватых породах слюдисто-кварц-карбонатной литолого-стратиграфической пачки верхнекординской подсветы ;

водоносный горизонт в трещиноватых породах нижней литолого-стратиграфической пачки верхнекординской подсветы ();

водоносный горизонт в трещиноватых кислых интрузивных породах Татарско-Аяхтинского комплекса (PR₂ta).

Основную роль в обводнении карьера «Восточный» играет водоносный горизонт в трещиноватых породах углеродсодержащей литолого-стратиграфической пачки верхнекординской подсветы.

Голоценовый делювиально-аллювиальный водоносный горизонт (d-aQ_{IV}) распространен в долинах рек Енашимо, Тырыда, ЛеваяЧиримба и их притоков полосами шириной до 200-500 м.

Водоносными породами горизонта являются гравийно-галечниковые отложения с включением дресвы, щебня и песчано-глинистые отложения общей мощностью от 2,5 до 13,0 м. Глубина залегания подземных вод, чаще всего, составляет не более 1,5 м. Дебиты родников колеблются от 0,001 до 2,53 л/с и в среднем составляет 0,36 л/с.

Питание водоносного горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, поверхностных вод и подтока из нижележащих водоносных пород. Фильтрационные свойства отложений изменяются в значительных пределах. По данным откачек из скважин коэффициенты фильтрации варьируют от 0,55 до 8,23 м/сут, водопроницаемость — от 10,00 до 98,38 м²/сут. По условиям залегания и циркуляции воды в делювиально-аллювиальных отложениях — порово-пластового типа и, чаще всего,

безнапорные.

Водоносный горизонт образований коры выветривания (KZ-PZ) широко распространен в районе Олимпиадинского месторождения. Он приурочен, в основном, к пониженным участкам рельефа. Водовмещающими породами являются супеси, суглинки, пылеватые пески с примесью дресвянно-щебнистого материала, дресвянно-щебнистые отложения. Мощность водоносных отложений колеблется от нескольких десятков до сотен метров. Максимальные мощности отмечаются в окисленных рудах и в субширотной зоне разломов на границе гранитоидов и кристаллических сланцев в долинах рек Тырыда и Левая Чиримба. Подземные воды вскрываются обычно на глубинах: 2,0-5,0 м. Наличие в разрезе глинистых прослоев служит причиной самоизлива воды из отдельных скважин. По условиям залегания и циркуляции подземные воды относятся к порово-пластовым.

Водоносный горизонт в трещиноватых породах верхней литолого-стратиграфической пачки верхнекординской подсветы развит довольно широко на севере и востоке месторождения. Водовмещающими породами являются биотит-кварцевые и мусковит-биотит-кварцевые сланцы.

Подземные воды залегают в интервале от 12,3 до 155,2 м. В пониженных участках рельефа подземные воды обладают напорами до +1,2 м. Обводненность трещиноватых пород невысокая. Удельные дебиты скважин варьируют от 0,003 до 0,640 л/с. Значения водопроницаемости изменяются в значительных пределах — от 1,0 до 338,0 м²/сут, максимальные величины наблюдаются в зонах тектонических нарушений. Коэффициенты фильтрации составляют от 0,01-0,52 м/сут в трещиноватых породах, до 1,1-3,1 м/сут в зонах тектонических разломов.

Водоносный горизонт в трещиноватых породах углеродсодержащей литолого-стратиграфической пачки верхнекординской подсветы протягивается извилистой полосой шириной 250-750 м с северо-запада на юго-восток через центральную часть месторождения. Водовмещающими породами являются трещиноватые кварц-углеродсодержащие сланцы, кварц-сланцевые,

карбонатно-сланцевые породы и сланцы.

Подземные воды залегают на глубине 5,0-10,0 м на склонах и до 20,0-30,0 м на водоразделах. На пониженных участках рельефа они обладают напором до 5,0 м выше поверхности земли. Водообильность пород неравномерная, но чаще всего невысокая. Удельные дебиты скважин в большинстве случаев составляют 0,002-0,180 л/с, реже — 3,7-16,0 л/с. Значения коэффициентов фильтрации изменяются от 0,002 до 0,050 м/сут, достигая в отдельных случаях 1,75-3,65 м/сут в зонах тектонических разломов.

Водоносный горизонт в трещиноватых породах слюдисто-кварц-карбонатной литолого-стратиграфической пачки верхнекординской подсвиты развит полосой шириной до 500 м в центре месторождения. Водовмещающими породами являются слюдисто-кварц-карбонатные породы и сланцы, которые часто чередуются с углеродсодержащими породами. Карбонатные породы представлены известняками, в том числе мраморизованными.

Водоносные породы залегают в среднем на глубине 57,0-165,0 м. Средняя глубина положения статического уровня подземных вод составляет 10,0 м. На пониженных участках рельефа в паводковые периоды отмечаются самоизливы воды из скважин. Значения водо-проводимости пород карбонатной пачки по площади колеблются в широких пределах: от 0,037 до 558 м²/сут. Значения коэффициентов фильтрации изменяются от 0,0016 до 1,07 м/сут, достигая в отдельных случаях 3,98 м/сут.

Водоносный горизонт в трещиноватых породах нижней литолого-стратиграфической пачки верхнекординской подсвиты распространен в западной и юго-западной части района. Водовмещающими породами являются биотит-кварцевые сланцы, карбонатно-сланцевые кварцевые метасоматиты. Интервал залегания водоносных пород варьирует от 13,0 до 156,0 м. Средняя мощность водоносной зоны составляет 134 м.

Наблюдается увеличение водообильности и фильтрационных свойств пород в пределах зон тектонических нарушений. Удельные дебиты скважин 37Г, 37ГН составляют 0,34-0,65 л/с, коэффициенты водопроницаемости — 128,13-151,79

м²/сут. На остальной территории удельные дебиты скважин колеблются от 0,0004 до 0,0200 л/с, коэффициенты водопроницаемости от 13,0 до 40,0 м²/сут, коэффициенты фильтрации — 0,0039-0,8100 м/сут.

Водоносный горизонт в трещиноватых кислых интрузивных породах Татарско-Аяхтинского комплекса (PR₂ta) распространен, в основном, в северной и южной частях района работ. Водовмещающими породами являются граниты и гранодиориты. Интервал залегания водоносных пород изменяется от 4,25 до 113,45 м, а их мощность от 6,0 до 157,0 м. Глубина установившегося уровня колеблется от 5,6 м до самоизлива на высоту 4,1 м. Водообильность пород неравномерная. Удельные дебиты скважин изменяются от 0,01 до 1,54 л/с, составляя в среднем 0,76 л/с, коэффициенты фильтрации — 0,22-1,71 м/сут. Наиболее обводнены породы в зонах тектонических нарушений. Фильтрационные свойства пород характеризуются средними коэффициентами водопроницаемости — 218,22 м²/сут. По условиям залегания и циркуляции подземные воды относятся к трещинному типу.

Анализ результатов опытно-фильтрационных работ показал, что водообильность пород в пределах месторождения неодинакова. Породы рассматриваемого района характеризуются невыдержанностью фильтрационных свойств. Кроме отдельных случаев увеличения дебитов скважин, вскрывших интенсивно трещиноватые зоны, в разрезе пород наблюдается закономерное уменьшение фильтрационных свойств с глубиной, что, в первую очередь, связано с уменьшением раскрытости трещин (рис. 2.1).

Первая от поверхности (зона 1) — зона делювиально-аллювиальных отложений и песчано-глинистых образований коры выветривания, расположена в верхней части разреза — здесь развиты порово-пластовые воды. Первая зона обладает повышенными фильтрационными и емкостными свойствами по сравнению с нижними зонами, тем не менее имеет небольшие динамические ресурсы подземных вод и к настоящему времени в районе карьера «Восточный» сработана. Значение средневзвешенного коэффициента фильтрации толщи пород первой зоны составляет 1,13 м/сут.

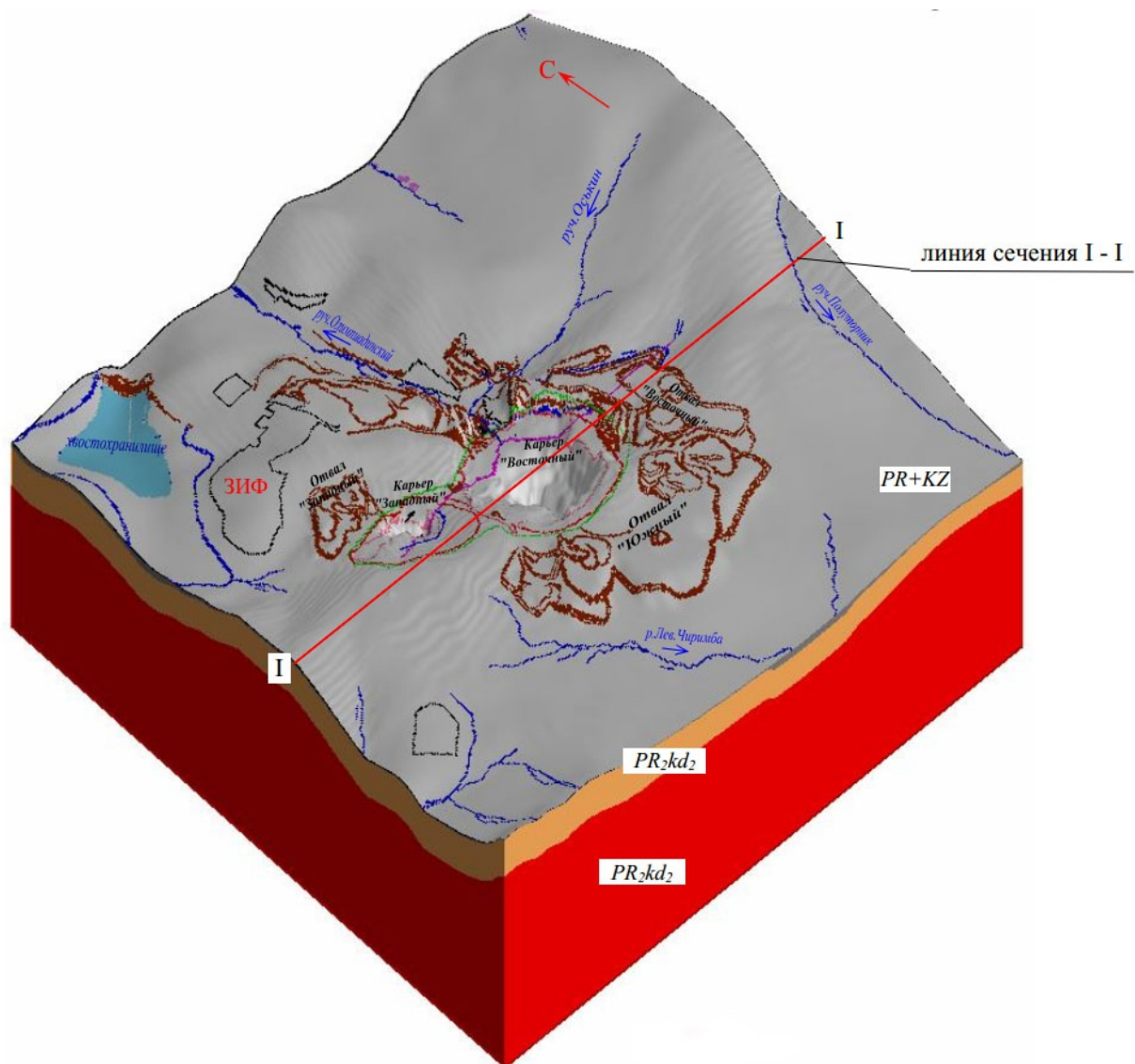


Рисунок 2.1 — Схематичная гидрогеологическая модель района Олимпиадинского месторождения

В целом, в разрезе пород рассматриваемого района по проницаемости можно выделить 3 зоны (рис. 2.2).

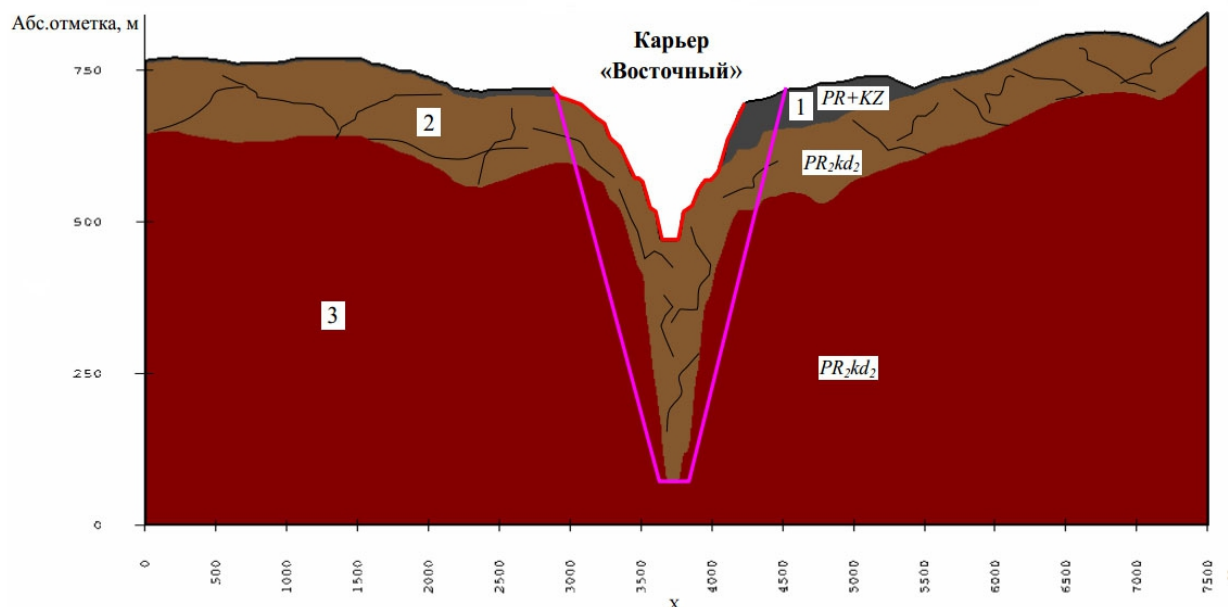


Рисунок 2.2 — Гидрогеологический разрез по линии I-I

Ниже залегают породы преимущественного развития трещинных вод, которые, в свою очередь, можно разделить на 2 зоны: верхнюю (зона 2) и нижнюю (зона 3). Выделенные зоны различаются между собой по фильтрационным свойствам.

Верхняя часть разреза трещиноватых пород (зона 2) характеризуется повышенными фильтрационными и емкостными свойствами по сравнению с нижней частью разреза (зона 3). Это, в первую очередь, связывается с проявлением процессов выветривания, усиливающих трещиноватость пород в верхней части разреза. Вторая зона распространяется на глубину 115,0-175,0 м. Значение средневзвешенного коэффициента фильтрации толщи пород второй зоны составляет 0,23 м/сут.

Третья зона связана, в основном, с тектоникой и занимает наиболее глубокие части водоносных пород. Третья зона распространяется на глубину ниже 115,0-175,0 м. Коэффициенты фильтрации пород этой зоны составляют тысячные доли (порядка 0,004) м/сут.

Учитывая условия формирования проницаемости в выделенных зонах и интенсивность протекающих в них гидродинамических процессов, можно заключить, что две верхние зоны характеризуются активным режимом

водообмена. Нижняя зона трещиноватых пород характеризуется замедленным водообменом.

Между водами выделенных гидродинамических зон существует гидравлическая связь, обусловленная развитием региональной тектонической трещиноватости. В зависимости от локальных условий, но почти всегда при приближении к верхним частям разреза, эта связь усиливается за счет увеличения количества трещин выветривания.

Таким образом, в гидравлическом отношении подземные воды всего разреза представленных пород образуют единую систему, с близкими условиями формирования уровней, движением и разгрузкой. Это конечно не исключает того, что в пределах трещиноватых пород могут существовать обособленные зоны, гидравлически не связанные с основной массой трещин. В этих зонах формируются трещинно-жильные воды с небольшими динамическими ресурсами. В зонах тектонических нарушений преимущественно развиты подземные воды трещинно-жильного типа до глубины несколько сот метров.

2.3 Структурно-тектоническая характеристика рудно-породного массива месторождения

Рудное поле карьера «Восточный» расположено в зоне примыкания Медвежинского нарушения с Татарским разломом, являющихся разрывными нарушениями первого порядка и расположенных в области периклинального замыкания Медвежинской антиклинали в ее северном крыле. При этом рудное тело расположено асимметрично относительно рудовмещающей складчатой структуры.

По строению Олимпиадинское месторождение делится на три части: западную, центральную и восточную.

Рудно-породный массив карьера «Восточный» расположен в восточной части Олимпиадинского месторождения. Данный участок характеризуется

наиболее сложной структурой. Основная пликативная структура в этой части месторождения — пришарнирная часть Медвежинской антиклинали, которая, попадая в область пересечения Медвежинского, Широкого и Татарского разломов, круто ($70-90^\circ$), шарнирной частью, ныряет в восточном направлении, образуя флексуобразный перегиб. Внешние контуры антиклинали хорошо прослеживаются по литологическим признакам, то есть по границам пород углеродистой и слюдисто-кварц-карбонатной пачек.

Из-за широкого развития процессов метасоматоза внутреннее строение ядерной части структуры расшифровывается гораздо сложнее, в связи с относительной нивелировкой свойств различных литологических слоев, подвергшихся контактовым изменениям.

По данным Поперекова В.А.[29], основной каркас рудоносного объема пород формируют тектонические нарушения, выделенные в две основные системы:

1) Система северо-восточных рудоконтролирующих нарушений вдоль южного крыла рудовмещающей структуры. Она включает в себя основной (Татарский) разлом с оперяющими нарушениями линейной структуры, падающими на юго-восток под углом $65-70^\circ$.

2) Система субширотных (запад, северо-запад) нарушений в центре и в северной части рудовмещающей структуры. Разломы этой системы крутопадающие, до вертикальных, приурочены к приразломным зонам динаморассланцевания и гидротермальной проработки пород.

Следует отметить, что в первичных породах эти нарушения очень слабо трассируются, более уверенно они отслеживались по коре выветривания, выделяясь по пятнисто-полосчатой текстуре пестроокрашенных алевритов.

В целом поперечный разрез Медвежинской антиклинали выглядит следующим образом: в центре структуры прослеживается узкая, субвертикальная, пережатая и растянутая полоса динаморассланцованных пород полиметасоматического состава. Характерно наличие прослоев и линз кварц-карбонатных апоуглеродистых метасоматитов, с участками

углеродсодержащих слюдисто-кварц-карбонатных пород. В целом эта центральная тектоно-динамосланцевая зона является по масштабам проявления близкой к тектоническим структурам северо-восточной зоны разломов.

К югу и северу от описанной зоны выделяются две складчатые структуры антиклинального типа. Южная складка, с ядром, сложенным биотит-карбонат-кварцевыми метасоматитами, отображается как взбросовая, с деформацией материнской антиклинальной структуры, в которую она «вложена». Северная антиклинальная складка, деформированная, вплоть до «будинирования» на замкнутые линзовидные блоки, представляет собой массивную структуру типа складки расплющивания.

Описанные выше складчатые структуры осложнены более мелкими перегибами и флексурами, вплоть до микроскладчатости.

Изучение взаимосвязи оруденения и тектоники выявило несколько стадий становления ныне существующей сетки разрывных нарушений, а именно предрудный и внутрирудный этапы, сопряженных во времени с образованием рудовмещающих складчатых структур. Предрудный этап характеризуется образованием высокотемпературных минеральных ассоциаций и метасоматитов, как правило, безрудных (скарноид, грейзен, тремолит). Внутрирудный этап характерен образованием рудосодержащих минеральных ассоциаций. Послерудный этап, если и присутствует, то незначительно, в связи с тем, что явных смещений рудных тел не отмечено.

2.4 Современное состояние и перспективы развития горных работ

Промышленная добыча на карьере «Восточный» началась в 1996 году, в это же время была запущена первая золотоизвлекающая фабрика ЗИФ-1 для переработки окисленных руд. Вторая очередь производства ЗИФ-2 специализирующаяся на переработке труднообогатимых сульфидных руд появилась в 2001 году. Именно в это время на фабриках стала применяться уникальная технология биоокисления, которая позволила улучшить качество извлечения и переработки золота из сульфидных руд на 30% [23]. В 2007 году

была введена третья очередь производства ЗИФ-3.

Обработка карьера «Восточный» ведется крутыми слоями поэтапно. Высота рабочего уступа 10 м, нерабочего в предельном положении 20 и 30 м, углы откосов рабочих уступов 80-75°, нерабочих строенных 60-75°. Ширина рабочих площадок меняется от минимальной величины (30 м) до 100 м. Среднегодовое понижение горных работ превышает 30 м/год. Выемочные работы осуществляются экскаваторами с емкостью ковша 10-11 м³. Общее количество экскаваторов с емкостью ковша более 10 м³ составляет 13 единиц, в том числе 11 экскаваторов ЭКГ-10 и по одному экскаватору Caterpillar-5130В и Liebherr R-994. Кроме данных машин, карьер «Восточный» располагает пятью экскаваторами ЭКГ-5А, используемыми на буферно-усреднительных складах, одним экскаватором ЭШ 6/45 и около 10 единиц вспомогательной погрузочной техники (экскаваторы ЭО-5126, погрузчики Dresta, Komatsu, MoA3). Опыт эксплуатации импортных экскаваторов показал, что их преимуществом является мобильность, в то время как по уровню надежности они уступают экскаваторам ЭКГ-10, что объясняется суровыми климатическими условиями на севере Красноярского края.

Дальнейшие направления расширения и модернизации парка экскаваторов компании «Полюс» в полной мере неопределены и обусловлены ценовой политикой производителей. Следует отметить, что стоимость отечественных экскаваторов ЭКГ-10 практически сравнялась с их импортными аналогами, в то время как, например, отечественные буровые станки дешевле на 30-40 %, а бульдозеры почти в 2 раза.

Транспортировку горной массы осуществляют самосвалами БелАЗ, Caterpillar, Komatsu и Terex.

Парк бурового оборудования представлен станками СБШ-250МН, станками DML компании «Ingersoll-Rand», а так же современными станками Pit Viper-270 компании «AtlasCopco».

Работы по отвалообразованию, зачистке блоков, строительству дорог на Олимпиадинском ГОКе выполняют тяжелые бульдозеры Komatsu D375 и D355.

3 ПРОЕКТНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Анализ инженерно-геологических факторов, влияющих на взрываемость горных пород

Для решения методических вопросов, связанных с инженерно-геологической оценкой взрываемости горных пород, рассмотрим особенности влияния на взрываемость отдельных показателей трещиноватости и физико-механических свойств пород, характер связи между прочностью (крепостью) и блочностью пород.

Трещиноватость массива горных пород. На взрываемость горных пород основное влияние оказывает фоновая макротрещиноватость, обуславливающая делимость горных пород на элементарные структурные блоки (отдельности). Протяженность этих трещин — от дециметров до нескольких десятков метров, редко до 100 м, открытость (ширина между стенками трещин) — от 10^{-6} до 10^{-1} м, расстояние между трещинами — от первых сантиметров до 1,5-2 м, редко более. Микротрещины длиной 0,01мм-10см, а также различные дефекты кристаллической решетки минералов влияют на сопротивление взрывному разрушению самих отдельностей горных пород.

Влияние трещиноватости как главного фактора взрывного разрушения массива горных пород в разное время изучали А.Н. Ханукаев, Л.И. Барон и Г.П. Личели, В.К.Рубцов, Д.М. Бронников, и Н.Ф. Замесов, Г.П. Демидюк, Б.Н.Кутузов, Ф.И. Кучерявый, Э.И. Ефремов, М.А. Кук и другие авторы. Результаты выполненных ими исследований показали, что в общем случае это влияние проявляется двояко. С одной стороны трещиноватость облегчает разрушение массива горных пород за счет наличия в нем готовых плоскостей ослабления (трещин), по которым преимущественно происходит его дезинтеграция в процессе взрыва. По этой причине трещиноватость во многом предопределяет, особенно в зоне слабо регулируемого дробления,

кусковатость и форму кусков взорванной горной массы.

Вместе с тем трещиноватость существенно ослабляет воздействие взрыва на массив, так как энергия волн напряжения уменьшается за счет отражения от поверхности трещин, а давление продуктов детонации при проникновении их в раскрытые трещины быстро падает. Кроме того, естественные трещины искажают систему возникающих при взрыве радиальных трещин, отклоняют их от заданного направления и ограничивают их распространение. Наблюдениями в уступах карьеров и в распилах камнерезной машиной придонной части взрывной скважины установлено, что зона новообразованных при взрыве трещин нередко ограничивается ближайшей естественной трещиной [2].

Трещиноватость характеризуется несколькими показателями: интенсивностью (степенью) трещиноватости, ориентировкой систем трещин и густотой трещин каждой системы, шириной (раскрытостью), характером заполнителя, сцеплением между отдельностями.

Интенсивность (степень) трещиноватости — главный показатель, влияющий на сопротивление горной породы взрывному разрушению. Он входит практически во все формулы расчета удельного расхода ВВ. Обычно степень трещиноватости характеризуется средним размером отдельности (блочностью массива), определяемой непосредственно измерениями по керну или в уступе карьера, подземной горной выработке.

Одним из первых, кто применил величину блочности массива для оценки его взрываемости, был В.К. Рубцов [16]. Он также дополнительно предложил оценивать трещиноватость (взрываемость) массива по содержанию в нем крупных фракций (0,3; 0,7 и 1,0 м). Однако эта характеристика по существу является излишней, так как фракционный состав и средний размер отдельности в массивах горных пород связаны функционально. Это подтверждено исследованиями Б.Р. Ракишева [14], которые показали, что вычисленный по установленному в результате натуральных измерений в массиве фракционному составу отдельностей средний их диаметр совпадает

со значением среднего расстояния между трещинами.

На основе результатов исследований В.К. Рубцова Межведомственной комиссией по взрывному делу разработана единая классификация горных пород по степени трещиноватости горных пород для карьеров [5]. Она включает 5 категорий пород, различающихся средним диаметром отдельностей: I — до 0,1; II — 0,1-0,5; III — 0,5-1,0; IV — 1,0-1,5; V — больше 1,5 м.

Практика ведения буровзрывных работ на карьерах, разрабатывающих разнообразные полезные ископаемые, убедительно доказала, что с повышением категории трещиноватости (увеличением блочности) пород значимо увеличивается удельный расход ВВ при условии получения взорванной горной массы заданного качества по кусковатости. При одном и том же удельном расходе ВВ с повышением категории трещиноватости пород качество их взрывного дробления закономерно ухудшается. Чем выше степень трещиноватости (меньше блочность пород), тем больше объем зоны слабо регулируемого дробления (развала пород по естественным трещинам) относительно объема регулируемого дробления пород взрывом.

Ориентировка систем трещин и густота трещин каждой системы. В массивах горных пород преобладает системная трещиноватость, т.е. трещины по пространственной ориентировке группируются в несколько систем. При системной трещиноватости на результаты взрыва, кроме среднего размера естественной отдельности, существенное влияние оказывает пространственная ориентировка трещин и анизотропия массива, обусловленная различной густотой трещин разных систем. Этими же факторами определяются форма отдельности в массиве и кусков крупных фракций во взорванной массе.

Лабораторными исследованиями и опытными взрывами на карьерах установлено, что максимальное дробление пород и ровная поверхность откосов уступа достигаются в том случае, когда отбойка ведется перпендикулярно главной системе круто- и субвертикально падающих

трещин (обычно послойных), т.е. перпендикулярно длинному ребру отдельности. Наиболее неблагоприятной является ситуация, когда отбойка ведется под углом 45° к основной системе таких трещин, при этом наряду с неудовлетворительным дроблением пород образуются заколы в тылу массива по трещинам. Также неблагоприятным с точки зрения качества взрывного разрушения массива является горизонтальное расположение трещин основной системы, перпендикулярно оси скважинных зарядов.

При наличии двух основных крутопадающих и взаимно перпендикулярных систем трещин целесообразно сетку скважин ориентировать согласно простиранию этих систем, а форму ячейки сетки выбирать в зависимости от плотности развития трещин каждой системы. Если она примерно одинакова, то принимать квадратную форму ячейки сетки, а если значительно различается, то прямоугольную, причем ее длинная сторона должна быть ориентирована перпендикулярно системе с наибольшей плотностью трещин [4]. При подготовке массовых взрывов и выборе схем взрывания в слоистых складчатых массивах для правильной ориентировки направления фронта отбойки, кроме упомянутых двух основных факторов, учитывают также ориентировку слоистости пород и их позицию относительно элементов складок [7,10].

Ширина (раскрытость) трещин существенно влияет на эффективность взрывания, так как от нее прямо зависят потери волновой энергии и давления газов взрыва. Однако определение этого параметра при натуральных наблюдениях в карьере связано с большими трудностями. Дело в том, что измерение в стенках подобранных уступов характеризует не естественную трещинную пустотность, а сформированную в результате предыдущих массовых взрывов. Нарушенная взрывами часть уступа распространяется с постепенным затуханием взрывных деформаций в породах на 10-15 м от откоса уступа в массив и на 3-8 м по вертикали от верхней бермы.

Из этого следует, что естественная раскрытость трещин вообще недоступна для непосредственного измерения в карьере. Наблюдения в

подземных горных выработках показали, что в незатронутой выветриванием части массивов железистых кварцитов абсолютно доминируют плотно сомкнутые или слабо раскрытые (0,2-0,5мм) трещины. Техногенная раскрытость трещин в них по измерениям в уступах карьеров, как правило, не превышает 1-2 мм и примерно одинакова по всему карьерному полю. Только в верхней выветрелой части массивов раскрытость трещин, как естественная, так и наведенная, увеличивается, что негативно сказывается на результатах взрыва, особенно в случае, когда крупные отдельности крепких полуокисленных кварцитов разделены зияющими или заполненными рыхлыми продуктами выветривания трещинами.

Заполнитель трещин оказывает влияние на взрываемость горных пород двояко: во-первых, как связующий их отдельности цемент; во-вторых, как среда, влияющая на потерю волновой энергии взрыва. В незатронутых выветриванием массивах осадочных и метаморфических пород, трещины образующие отдельности пород, обычно лишены твердого минерального заполнителя. Роль заполнителя в них играют воздух или вода. Трещины, заполненные воздухом, резко снижают интенсивность волновых напряжений, а крупные зияющие трещины в этом случае полностью их гасят, играя роль открытой поверхности. При заполнении трещин водой волны распространяются через них без существенной потери энергии.

В зоне гипергенеза трещины могут быть заполнены минеральными продуктами выветривания в виде механического или гидрохимического осадка, представленного преимущественно глинистым материалом с гидроокислами железа. Этот заполнитель из-за своей слабой прочности не может играть роль цемента, сколько-нибудь сильно связывающего между собой отдельности пород, а его упругие характеристики, влияющие на потери энергии при прохождении взрывной волны, довольно постоянны. По данным сейсмоакустических исследований отношение упругостей заполнителя трещин и пород, слагающих отдельности, в различных массивах примерно одинаковое и составляет $2 \div 3 \cdot 10^{-3}$ [24].

Сцепление между отдельностями пород. Массивы горных пород практически не бывают «разборными», так как ограничивающие отдельности трещины являются прерывистыми. В перерывах они переходят в микротрещины или полностью исчезают, что обеспечивает достаточно прочную связь между большинством отдельностей в массиве. Дополнительно к этому на величину сцепления между отдельностями влияет степень раскрытости (сомкнутости) трещин и геометрия поверхности их стенок. Чем более плотно сомкнуты трещины и шероховатее поверхность их стенок, тем выше сцепление между отдельностями.

Определить достоверно величину сцепления между отдельностями в массиве горных пород крайне сложно. Поэтому ее влияние на взрываемость пород различных категорий трещиноватости учитывают по результатам опытных взрывов, на основе которых корректируют расчетный удельный расход ВВ или входящие в расчетные формулы величины, учитывающие влияние сцепления между отдельностями при взрывании горных пород (например, константу дробимости по П.С. Миронову или коэффициент k по Б.Р. Ракишеву).

Таким образом, при проведении в карьерах натурных исследований трещиноватости горных пород с целью изучения их взрываемости необходимо и достаточно документировать ориентировку трещин, размеры и форму отдельностей. Главным показателем трещиноватости, который входит в абсолютное большинство формул для расчета удельного расхода ВВ и по которому выделяют классы (категории) пород по трещиноватости, является средний размер элементарного структурного блока (естественной отдельности).

При этом нет необходимости фиксировать ширину трещин и характер заполнителя, так как эти параметры имеют слабую пространственную изменчивость, а ширина трещины, кроме того, незначительна по своей величине и влиянию на качество взрыва. Только в зоне гипергенеза необходимо оконтуривать неблагоприятные для взрывания участки пород

крупноблочного строения с зияющими или заполненными продуктами выветривания трещинами. Величина сцепления между отдельностями в массиве трудно поддается определению. Ее влияние на взрываемость пород определенной категории трещиноватости учитывается по результатам опытных взрывов.

Физико-механические свойства горных пород. Сопротивление взрывному разрушению отдельностей горных пород обусловлено главным образом их физико-механическими свойствами, которые определяются исключительно минеральным составом и текстурно-структурными особенностями пород, т.е. их минерально-петрографическим типом (разновидностью типа) определенного генезиса. Различные минерально-петрографические типы пород, обладающие близкими физико-механическими свойствами, объединяются в один инженерно-геологический литотип.

Решающее влияние на взрываемость пород оказывает их прочность или крепость. Она обычно оценивается интегральным показателем сопротивления пород разрушению — коэффициентом крепости по М.М. Протодяконову (f), примерно равному одной десятой величины предела прочности пород при сжатии ($\sigma_{сж.}$), выраженной в МПа. Собственно эти два показателя (f и $\sigma_{сж.}$) входят в большинство расчетных формул для определения параметров взрывания. Чем выше прочность (крепость) пород, тем больше энергоемкость их разрушения. Дополнительными физико-механическими свойствами пород, влияющими на их взрываемость, являются: вязкость, повышающая энергоемкость их разрушения, хрупкость, наоборот, уменьшающая этот показатель, сжимаемость и пористость, увеличивающие потери энергии взрыва на пластические деформации, и плотность, которая определяет энергозатраты на преодоление сил инерции (это свойство пород оказывает влияние главным образом при взрывах на выброс).

Коэффициент крепости для абсолютного большинства петрографических типов скальных пород в той или иной степени

интегрально учитывает все указанные выше физико-механические свойства. Поэтому при одинаковой блочности пород более крепкие из них взрываются хуже, чем менее крепкие. Это правило нарушается в исключительных случаях при взрывании, например, очень вязких (горнблендитов, пироксенитов) или хрупких (ийолитов, фенитов) пород. Вязкие породы взрываются значительно хуже, чем обычные породы одинаковой с ними крепости, а хрупкие, наоборот, взрываются лучше обычных пород. В целом железистые кварциты и сопутствующие им метаморфиты (сланцы, гнейсы и т.п.) относятся к нормальнодробимым породам, для оценки взрываемости которых, кроме блочности, необходимо и достаточно знать их прочность (крепость).

Вопрос об удельном влиянии двух основных свойств массива (крепости и степени трещиноватости пород) на их взрываемость имеет важное значение для классификации пород разрабатываемого месторождения по этому показателю. Строго количественного решения он не имеет. Наиболее удачное качественное его решение предложено О.П. Якобашвили в виде поля распределения категорий взрываемости пород в координатах их крепости и степени трещиноватости. При одинаковой степени трещиноватости с возрастанием крепости пород ухудшается качество их дробления при стандартных параметрах взрывания. Чем выше степень трещиноватости пород, тем менее интенсивно это происходит, т.е. с уменьшением блочности пород влияние прочностных свойств на их взрываемость убывает.

В общем случае тесная связь между крепостью пород и блочностью массива отсутствует. Нередко породы одинаковой крепости имеют различный размер отдельности, а в более крепких породах этот параметр меньше, чем в менее крепких. Косвенно сказанное подтверждается отсутствием тесной корреляционной связи между буримостью, которая определяется главным образом крепостью пород, и взрываемостью, обусловленной преимущественно их трещиноватостью.

Вместе с тем в отдельных массивах горных пород следствием

одноэтапной тектонической трещиноватости, как результата реакции пород разной прочности на одинаковую тектоническую нагрузку, является то, что более прочные породы становятся крупноблочными и плохо взрывааемыми, а менее прочные — соответственно более трещиноватыми и лучше взрывааемыми.

Из сказанного следует, что при инженерно-геологической оценке взрываемости породного массива необходимо изучить связь прочности (крепости) пород с их блочностью. Наличие такой связи существенно упрощает местную классификацию пород по взрываемости, так как появляется возможность оценивать этот параметр в пределах определенного инженерно-геологического литотипа по одному показателю — блочности пород.

3.2 Методика и объемы выполненных работ

Основными природными факторами, влияющими на взрываемость пород и руд Олимпиадинского золоторудного месторождения, являются трещиноватость (блочность) и крепость слагающих его горных пород.

Натурное изучение блочности породного массива в уступах карьера осуществлялось путем помаршрутной геологической съемки по апробированной методике, включающей дистанционное фотометрическое определение размера отдельности пород.

Всего пройдено 64 маршрута общей протяженностью 36 570м в интервале по глубине карьера от горизонта 730м до горизонта 230м, т.е. вертикальный диапазон изученности блочности пород составил 500м (таблица 3.1).

Таблица 3.1— Объем полевых работ по оценки блочности в откосах уступов карьера

Горизонт абс. отм.	№ маршрутов, дата проведения	Документация уступов карьера, м	Количество измерений блочности пород, шт.
750	МВ30_750_2017	580	11411

Горизонт абс. отм.	№ маршрутов, дата проведения	Документа ция уступов карьера, м	Количество измерений блочности пород, шт.
730	MB6_730_2017, MB29_730_2017	1200	
720	MB10_720_2017,	120	3478
710	MB11_710_2017, MB28_710_2017	920	
700	MB2_700_2017, MB41_700_2017	980	16386
690	MB5_690_2017	490	14460
680	MB20_680_2017, MB35_680_2017	600	14113
660	MB19_660_2017, MB26_660_2017, MB36_660_2017	1940	21688
640	MB27_640_2017, MB37_640_2017	1200	22987
620	MB60_620_2017	560	5026
590	MB44_590_2017, MB3_590_2017	1640	39735
575	MB8_575_2017	780	28967
560	MB7_560_2017, MB45_560_2017, MB47_560_2017, MB59_560_2017, MB34_560_2017	2620	31480
545	MB43_545_2017	520	8362
530	MB42_530_2017, MB48_530_2017, MB58_530_2017, MB17_530_2017	2240	19994
500	MB53_500_2017, MB57_500_2017, MB15_500_2017	1720	18464
470	MB54_470_2017, MB55_470_2017, MB56_470_2017	2160	16743
440	MB50_440_2017, MB52_440_2017, MB62_440_2017	1880	40819
410	MB49_410_2017, MB51_410_2017, MB61_410_2017	2200	39573
380	MB39_380_2017, MB40_380_2017, MB63_380_2017	2000	24069
350	MB32_350_2017, MB38_350_2017	2660	30170
320	MB18_320_2017, MB31_320_2017, MB33_320_2017	2640	16551
290	MB16_290_2017, MB22_290_2017	1520	
260	MB13_260_2017, MB14_260_2017, MB25_260_2017, MB24_260_2017, MB21_260_2017, MB23_260_2017	2340	90709
240	MB1_240_2017, MB9_240_2017,	600	26162
230	MB4_230_2017, MB12_230_2017	460	11165
Всего:		36 570	552 512

При этом сделано 552 512 измерений блочности пород, плотность которых составила в среднем 15 измерений на 1 м маршрута, что позволило достаточно представительно геометризовать карьерное поле по категориям

блочности и взрываемости пород.

Специалистами ОАО «ВИОГЕМ» разработана и апробирована в условиях Олимпиадинского золоторудного месторождения методика дистанционной оценки блочности породного массива фотометрическим методом с применением беспилотного летательного аппарата.

Сущность фотометрического метода сводится к определению размера отдельности по фотоснимку откоса уступа. Для этого на маркшейдерский план карьера выносятся траектории геолого-съёмочных маршрутов и определяются координаты начала и окончания маршрута. Далее осуществляется аэрофотосъёмка откосов уступов с помощью квадрокоптера.

Отснятые кадры скачиваются в компьютер и в специализированном программном обеспечении PhotoScan осуществляется построение трехмерной модели уступа (рис. 3.1).

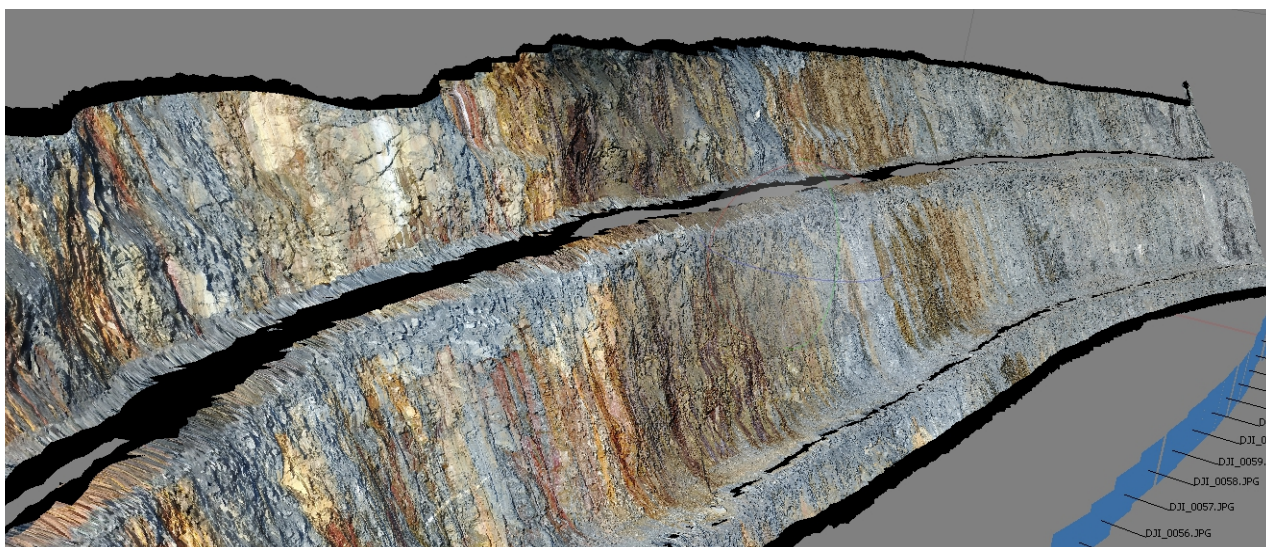


Рисунок 3.1 — Трехмерная модель откоса уступа

Затем в картографическом редакторе ГИС ГЕОМИКС выполняется привязка и разбивка фотопанорамы на 20-и метровые интервалы (рис. 3.2).

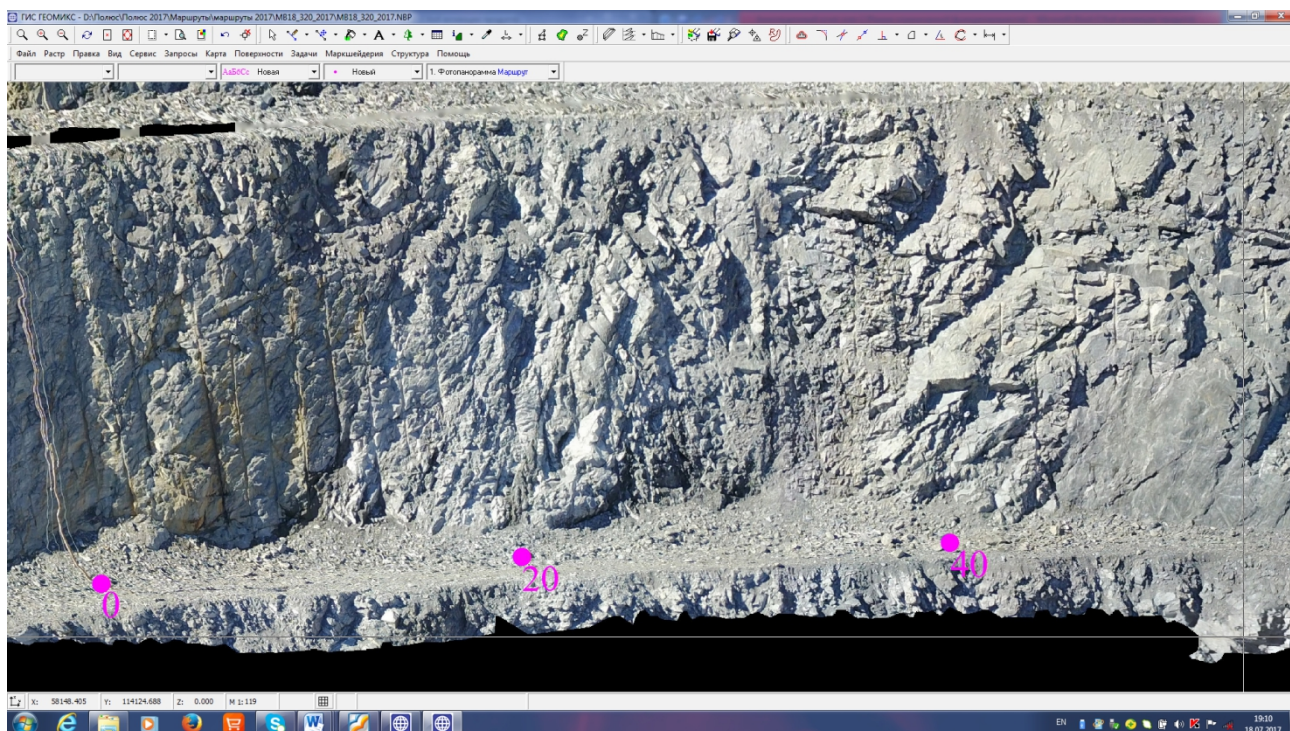


Рисунок 3.2 — Разбивка фотопанорамы на интервалы

Особо следует отметить важность создания фотопанорам бортов карьера по всему его периметру со схемой их размещения на сводном маркшейдерском плане карьера. Совокупность таких фотопанорам создаёт целостную картину гипергенной зональности породного массива, вскрытым карьером. Это позволяет достоверно проследить на сводном геологическом плане карьера подошву коры выветривания и подстилающей её зоны гипергенной дезинтеграции пород, уточнить положение границ различных петрографических разновидностей пород.

В специализированном программном модуле «Granulometric» ГИС ГЕОМИКС поинтервальные снимки откосов подвергаются предварительной обработке в ручном режиме: исключаются из области определения размера отдельности осыпи в основании уступа и разрушенная зона перебуравзрывных скважин в верхней его части. Затем осуществляется фрагментация изображения в автоматическом режиме с использованием алгоритма маркерного водораздела Ф. Майера (рис. 3.3).

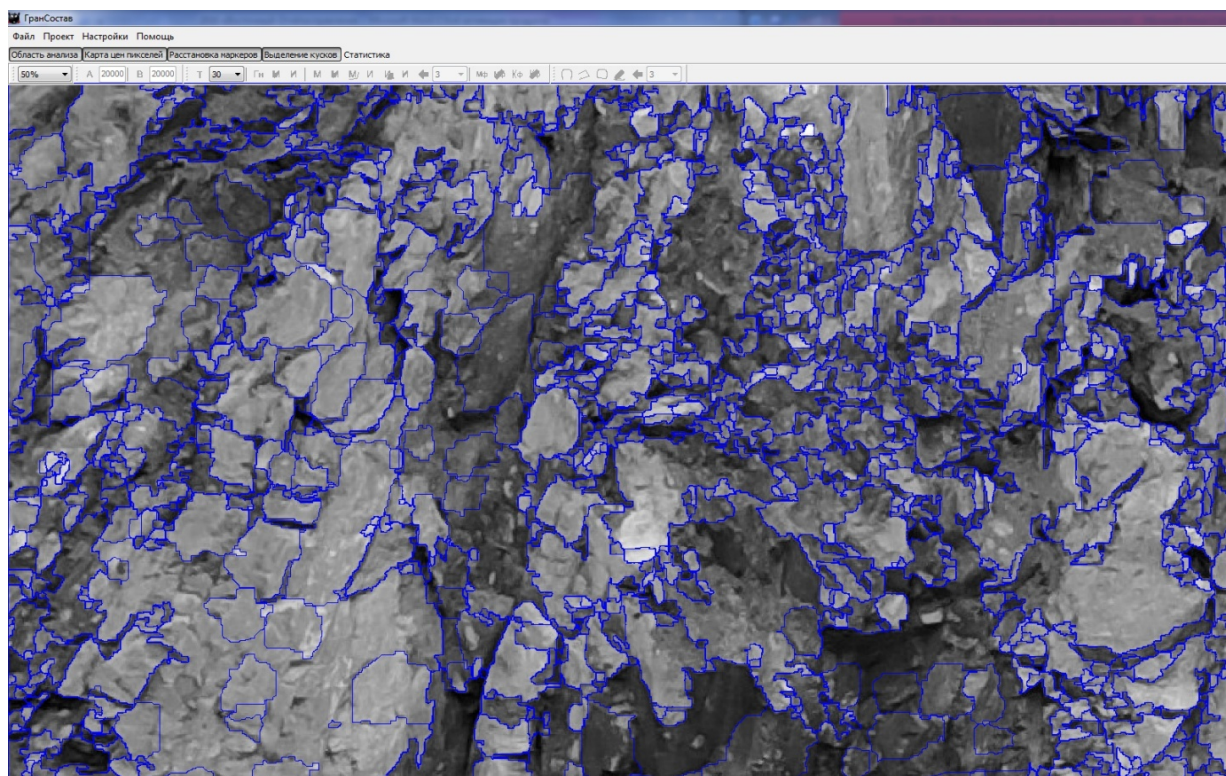


Рисунок 3.3 — Фотоснимок участка откоса уступа после фрагментации

Размер естественной отдельности пород по фотоснимку оценивается с учетом следующего фактора. При взрыве породного массива какая-то часть его отдельностей не разрушается, что предопределяет наличие во взорванной горной массе крупных фракций, аналогичных установленным в откосе уступа. Среди них могут быть негабаритные отдельности, размер которых (по наибольшему из трех измерений) превышает максимально допустимый для погрузочного, транспортного и дробильного оборудования, применяемого при разработке данного месторождения. Исходя из сказанного, характеристикой размера отдельности является максимальное расстояние (L_{max}) между двумя наиболее удаленными друг от друга точками контура отдельности (1,2) на фотоснимке, которое определяется по формуле:

$$L_{max} = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}, \quad (1)$$

где X_1, Y_1 и X_2, Y_2 - координаты точек 1,2 соответственно.

Среднее значение размера отдельности пород в данном интервале откоса уступа ($d_{cp.}$) рассчитывается по формуле:

$$d_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N L_i W_i}{\sum_{i=1}^N W_i}$$

(2)

где N — количество измерений отдельностей, L_i — размер i -й отдельности, W_i — ее вес, т.е. доля в общую совокупность измерений, равная размеру отдельности по оси X .

Сравнительный анализ средних размеров отдельности по данным ручных измерений и дистанционным (фотометрическим) методом показал их хорошую сходимость. Коэффициент корреляции составил 0,97 и 0,92.

Оценка кусковатости взорванной горной массы осуществлялась с помощью дистанционного фотометрического метода апробированного в условиях карьера «Восточный».

На каждой станции проводилось фотографирование поверхности забоя взорванного блока. Перед этим на поверхности развала взорванной горной массы параллельно выкладывались две мерные рейки на некотором отдалении друг от друга. Фотографирование проводилось с использованием зеркального фотоаппарата и квадрокоптера (рис. 3.4 а,б).

а)



6)



Рисунок 3.4 — Фотоснимки поверхности развала взорванной горной массы

а — с использованием зеркального фотоаппарата, б — при помощи квадрокоптера MAVICPRO

Затем снимок преобразовывался с целью устранения перспективных искажений, полученных при фотографировании неровной поверхности развала взорванной горной массы.

Для преобразования изображения нижней рейке присваивалось значение её истинной длины и осуществлялось масштабирование фотоснимка. Суть процесса перспективного преобразования сводилась к трансформации фотоснимка таким образом, чтобы линейные размеры объекта (a_1, a_2), запечатлённого на некотором отдалении от эталонного объекта (b_1, b_2), соответствовали его истинным размерам (рис. 3.5). Для этого определялись координаты точек c_1 и c_2 , совпадающих с началом и концом рейки после трансформации изображения. Они рассчитывались по формулам: 010009000003025900000000dd580000000004000000030108000500

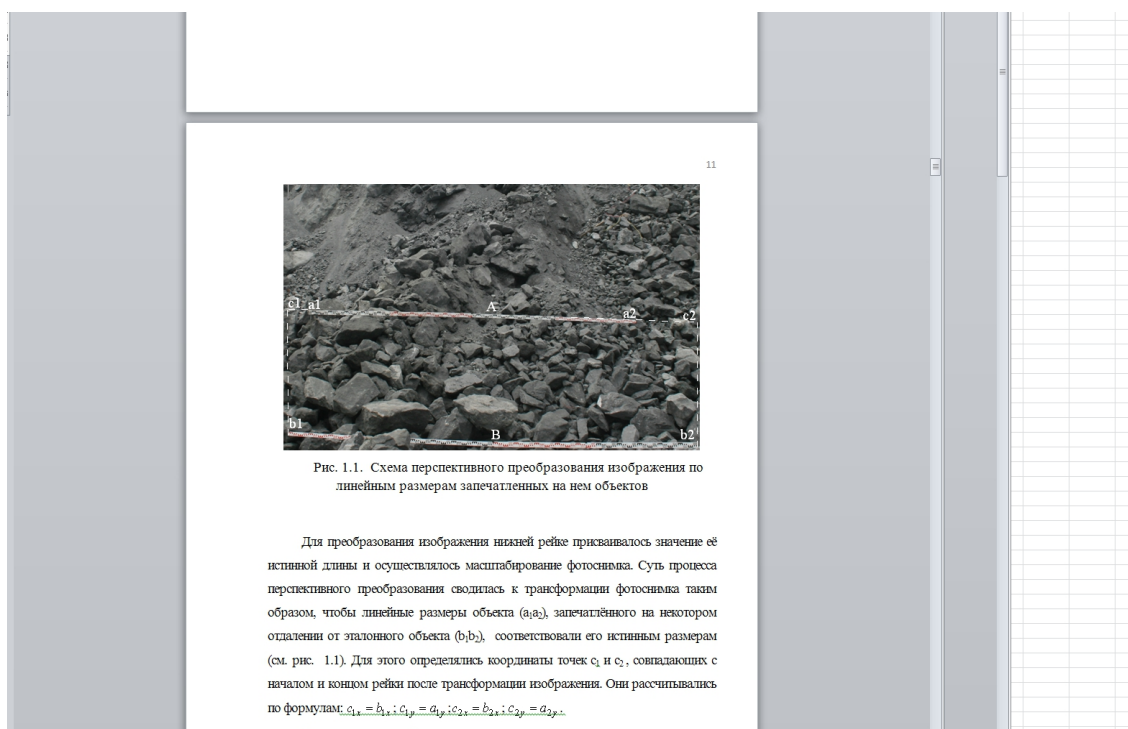


Рисунок 3.5 — Схема перспективного преобразования изображения по линейным размерам запечатленных на нем объектов

Выполненные преобразования позволяют устранить искажения только на части фотоснимка, ограниченной прямоугольником $b_1 c_1 c_2 b_2$. Перспективное преобразование для всего снимка определяется четырьмя парами точек:

$$b_1 = b_{1x}k, b_{1y}k; b_2 = b_{2x}k, b_{2y}k; c_1 = c_{1x}k, c_{1y}k; c_2 = c_{2x}k, c_{2y}k,$$

где k (коэффициент преобразования) $= D/B$ (D - ширина снимка в пикселях, B - длина нижнего основания).

Размер каждого куска и среднее значение размера куска на данном участке развала определяются по указанным выше формулам (2, 3), которые использовались при оценке блочности пород в откосах уступов.

Сравнительный анализ оценки среднего размера куска (d_{cp}) во взорванной горной массе по результатам ручных измерений (взяты за эталон) и с помощью фрагментации изображения по алгоритму маркерного водораздела показал следующее. Измерения выполнялись на четырех различных по геологическому строению участках карьера. Всего было сделано 1644 измерения. Отклонение от эталона составило в среднем 5 см в диапазоне колебаний 2-9 см.

Натурное изучение кусковатости взорванной горной массы выполнено по

16 буровзрывным блокам (суммарно по 106 станциям наблюдений с фиксацией размеров 122 599 кусков взорванных пород) (таблица 3.2).

Таблица 3.2 — Выполненный объем работ по натурному изучению кусковатости взорванной горной массы

Горизонт абс. отм.	№ буровзрывного блока	Количество станций	Количество измерений кусков пород, шт.
220	220-016	2	2218
220	220-015	8	4826
230	230-060	1	2468
230	230-061	1	18261
230	230-062	16	16044
230	230-064	3	2343
230	230-065	8	6779
230	230-070	4	3367
230	230-073	3	2583
240	240-067	3	5519
690	690-138	2	2943
690	690-143	12	15256
700	700-103	8	5806
700	700-108	4	3302
700	700-109	8	2826
710	710-133	23	28058
Всего:		106	104 773

На основе данных натурального изучения блочности породного массива разработана классификация и выполнена геометризация карьера «Восточный» по блочности пород. По результатам оценки кусковатости взорванной горной массы с использованием аппарата регрессионного анализа установлена зависимость изменения кусковатости в развале взорванной горной массы от технологических параметров взрывания.

Итоговым результатом выполненных исследований является усовершенствованная классификация пород Олимпиадинского месторождения по взрываемости, а также интерактивная карта карьера «Восточный» по взрываемости пород.

3.3 Блочность и прочность горных пород карьера «Восточный»

Натурное изучение блочности породного массива в карьере «Восточный» позволило определить средние значения размера отдельности пород различных петрографических типов, рассчитать их статистические характеристики, выявить закономерности изменения блочности пород с глубиной, установить связи между блочностью и прочностью пород.

Средний размер отдельности различных петрографических типов пород Олимпиадинского месторождения в порядке его увеличения (м): углеродистые кварц-слюдистые сланцы аргилизованные 0,44; метаалевролиты массивные, полосчатые 0,46; кварц-биотитовые аргилитизированные сланцы 0,49; кварц-слюдистые сланцы 0,52; алевро-сланцы кварц-слюдистые углеродсодержащие 0,65; кварц-биотитовые сланцы 0,76; углеродистые милониты 0,85; линзы карбонатных пород мраморизованных известняков, кварц-слюдистые сланцы 0,88; динамосланцы кварц-слюдистые, углеродистые 0,89; кварц-слюдисто-карбонатные метасоматиты (руда первичная) 0,91; слюдисто-кварц-карбонатные породы 0,92; углеродистые карбонат-кварц-слюдистые породы 1,4.

Установлено, что распространенность в карьере различных петрографических типов пород (в % занимаемой ими площади) в порядке её уменьшения представлена следующим рядом: слюдисто-кварц-карбонатные породы 23; алевро-сланцы кварц-слюдистые углеродсодержащие 15; кварц-биотитовые сланцы 14; кварц-слюдисто-карбонатные метасоматиты (руда первичная) 9; углеродистые карбонат-кварц-слюдистые породы 9; динамосланцы кварц-слюдистые, углеродистые 7; метаалевролиты массивные, полосчатые 5; кварц-биотитовые аргилитизированные сланцы 4; кварц-слюдистые сланцы 4; углеродистые мелониты 3; углеродистые кварц-слюдистые сланцы аргилизованные 3; линзы карбонатных пород мраморизованных известняков, кварц-слюдистые сланцы 2.

Распределение отдельностей различного размера в массиве пород Олимпиадинского месторождения подчиняется логнормальному закону. Статистические характеристики этого распределения представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 — Статистические характеристики размера отдельности пород карьера «Восточный»

P	\bar{X}	m_x	μ	σ	ν	A	E	N
1,94	0,84	0,85	0,89	0,35	41,77	0,88	1,36	1077

Примечание: P – размах, м; \bar{X} – среднее, м; m_x – математическое ожидание, м; μ – мода, м; σ – среднееквадратичное отклонение; ν – коэффициент вариации; A – коэффициент асимметрии; E – эксцесс; N – количество измерений

Полигон вариационного ряда и график плотности вероятности размера отдельности приведены на рисунке 3.6.

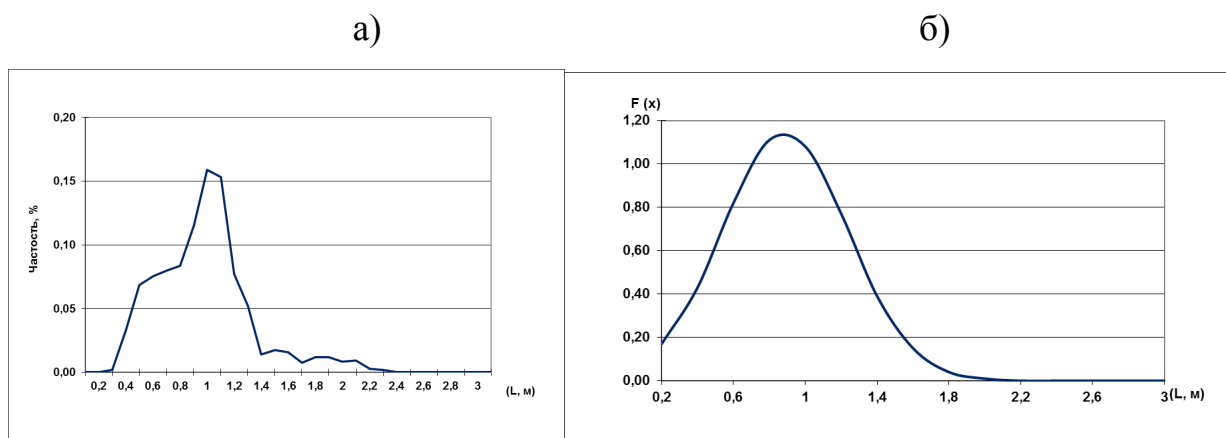


Рисунок — 3.6 Полигон вариационного ряда (а) и график плотности вероятности (б) размера отдельности (L) в массиве пород Олимпиадинского месторождения

В диапазоне от +730 до +230м, т.е. не менее 500м по вертикали, установлена тенденция к увеличению с глубиной (h) блочности породного массива ($L_{ср.}$) в пределах карьерного поля (рис.3.7).

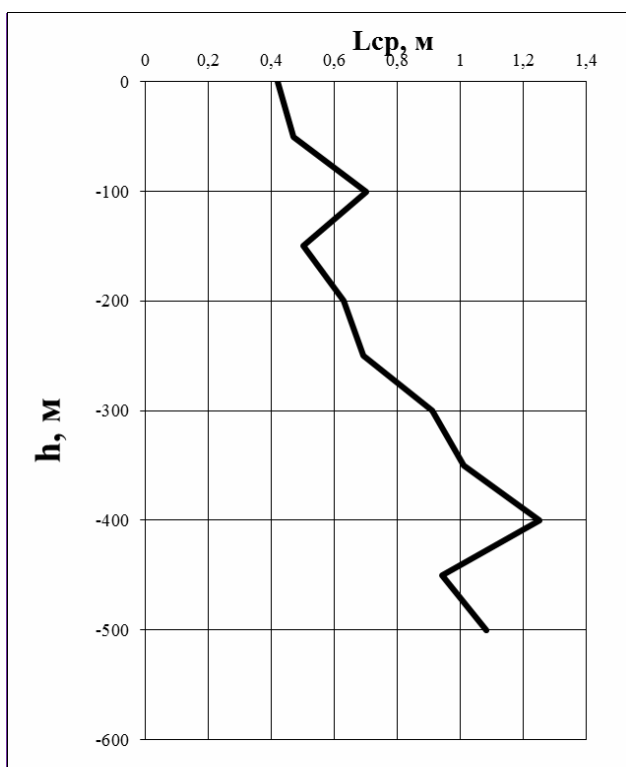


Рисунок — 3.7 Графики увеличения среднего размера отдельности пород с глубиной

На рисунке 3.7 по координате h за нуль взята отметка +730м. Значения среднего размера отдельности определены по каждому 50-ти метровому интервалу.

Наиболее вероятная причина установленной закономерности – разгрузка породного массива и изменение в нем гравитационно-тектонического поля напряжений вследствие денудации (гипергенного разрушения и смыва) перекрывающей его толщи пород, что обусловило повышение интенсивности трещиноватости породного массива по направлению к земной поверхности.

Районирование карьерного поля по блочности горных пород выполнено на маркшейдерском плане карьера следующим образом. По каждому 20-ти метровому интервалу пройденных геологических маршрутов был рассчитан средний размер отдельности горных пород. Далее в соответствии с критериальными значениями среднего размера отдельности для различных категорий блочности в электронной базе данных каждому интервалу автоматически присваивалась категория блочности.

Оконтуривание участков пород различной блочности осуществлялось

путем увязки границ интервалов одной категории блочности между смежными задокументированными уступами (приложение 2). При этом учитывались факторы, влияющие на размер отдельности (минерально-петрографические типы пород, разрывные нарушения, зоны дезинтеграции пород).

По относительной доле площади карьерного поля, занимаемой породами той или иной категории блочности, распределение пород каждой категории выглядит следующим образом (рис. 3.8, табл.3.4).

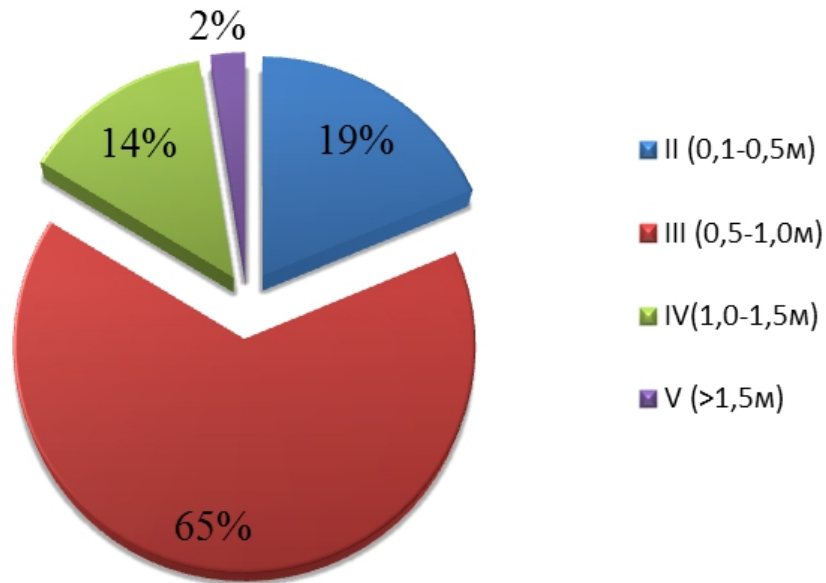


Рисунок — 3.8 Распределение пород различных категорий блочности в карьере «Восточный»

Явно преобладают крупноблочные породы III категории (65%), которые представлены преимущественно слюдисто-кварц карбонатными породами, алевро-сланцами кварц-слюдистыми углеродсодержащими и кварц-биотитовыми сланцами (67%). Далее идут среднеблочные породы II категории (19%). Среди них преобладают кварц-биотитовые сланцы, углеродистые кварц-слюдистые сланцы аргилизованные и алевро-сланцы кварц-слюдистые углеродсодержащие (64%). Весьма крупноблочные породы IV категории блочности (14%) и исключительно крупноблочные V категории (2%) представлены главным образом слюдисто-кварц-карбонатными породами, кварц-слюдисто-карбонатными метасоматитами (руда первичная) и динамосланцами кварц-слюдистыми, углеродистыми (92%).

Таблица 3.4 — Распределение в карьерном поле пород различной блочности по петрографическим типам

Категория блочности (доля в породном массиве, %)	Петрографический тип	Доля петрографического типа в породах данной категории блочности, %	
II (19)	Кварц-биотитовые сланцы	29	
	Кварц-биотитовые аргилизированные сланцы	5	
	Слюдисто-кварц карбонатные породы	6	
	Кварц-слюдисто-карбонатные метасоматиты (руда первичная)	1	
	Кварц слюдистые сланцы	6	
	Углеродистые мелониты	1	
	Углеродистые кварц-слюдистые сланцы аргилизированные	16	
	Углеродистые карбонат-кварц-слюдистые породы	8	
	Динамосланцы кварц-слюдистые, углеродистые	4	
	Алевро-сланцы кварц-слюдистые углеродсодержащие	19	
	Метаалевролиты массивные, полосчатые	5	
	Линзы карбонатных пород мраморизованных известняков, кварц-слюдистые сланцы	1	
	III (65)	Кварц-биотитовые сланцы	19
		Кварц-биотитовые аргилизированные сланцы	1
Слюдисто-кварц карбонатные породы		28	
Кварц-слюдисто-карбонатные метасоматиты (руда первичная)		2	
Кварц слюдистые сланцы		6	
Углеродистые мелониты		5	
Углеродистые карбонат-кварц-слюдистые породы		1	
Динамосланцы кварц-слюдистые, углеродистые		9	
Алевро-сланцы кварц-слюдистые углеродсодержащие		20	
Метаалевролиты массивные, полосчатые		7	
Линзы карбонатных пород мраморизованных известняков, кварц-слюдистые сланцы		3	
IV (14)		Кварц-биотитовые сланцы	2
		Слюдисто-кварц карбонатные породы	21
		Кварц-слюдисто-карбонатные метасоматиты (руда первичная)	51
	Углеродистые мелониты	2	
	Углеродистые карбонат-кварц-слюдистые породы	8	
	Динамосланцы кварц-слюдистые, углеродистые	13	
V (2)	Линзы карбонатных пород мраморизованных известняков, кварц-слюдистые сланцы	4	
	Слюдисто-кварц карбонатные породы	71	
	Кварц-слюдисто-карбонатные метасоматиты (руда первичная)	14	
	Динамосланцы кварц-слюдистые, углеродистые	15	

Результаты физико-механических испытаний образцов пород и руд

Олимпиадинского месторождения, выполненные специалистами «Полюс проекта», позволили установить, что в карьере «Восточный» все петрографические типы пород глубже зоны интенсивной гипергенной дезинтеграции обладают высокой крепостью по шкале М.М. Протодьяконова (табл.3.5). При этом выделяется две группы пород по категориям крепости: крепкие (III) — кварц-биотитовые сланцы; ($f=9,0$), очень крепкие (II) — кварц-биотитовые аргиллизированные сланцы; кварц-сланцевые сланцы; углеродистые милониты; углеродистые кварц-сланцевые сланцы аргиллизированные; динамосланцы кварц-сланцевые, углеродистые; метаалевролиты массивные, полосчатые; алевро-сланцы кварц-сланцевые углеродсодержащие; линзы карбонатных пород мраморизованных известняков, кварц-сланцевые сланцы; слюдисто-кварц-карбонатные породы; кварц-сланцево-карбонатные метасоматиты (руда первичная); углеродистые карбонат-кварц-сланцевые породы ($f=10-13$).

Таблица 3.5 — Средние значения прочности (крепости) горных пород в пределах карьера «Восточный» по [10]

Петрографический тип	Среднее значение коэффициента крепости f	Степень крепости по шкале М.М. Протодьяконова (категория крепости)
Кварц-биотитовые сланцы	9,0	крепкие (III)
Линзы карбонатных пород, мраморизованных изв-в, кв-сланцев	10,5	очень крепкие (II)
Углеродистые милониты	10,9	очень крепкие (II)
Слюдисто-кварц-карбонатные породы	11,1	очень крепкие (II)
Кварц-сланцевые сланцы	11,3	очень крепкие (II)
Динамосланцы кварц-сланцевые, углеродистые	11,3	очень крепкие (II)
Руда первичная. Кварц-сланцево-карбонатные метасоматиты	11,3	очень крепкие (II)
Кварц-биотитовые аргиллизированные сланцы	11,5	очень крепкие (II)
Алевро-сланцы кварц-сланцевые углеродсодержащие	12,0	очень крепкие (II)
Углеродистые карбонат-кварц-сланцевые породы	12,0	очень крепкие (II)
Углеродистые кварц-сланцевые	12,1	очень крепкие (II)

Петрографический тип	Среднее значение коэффициента крепости f	Степень крепости по шкале М.М. Протоdjeяконова (категория крепости)
сланцы аргиллизированные		
Метаалевролиты массивные, полосчатые	12,2	очень крепкие (II)

Сопоставление различных петрографических типов пород по среднему размеру блока и прочности (крепости) показало отсутствие зависимости между указанными параметрами (табл.3.6). Нумерация этих типов по направлению увеличения их среднего размера блока никак не коррелируется с таковой по среднему значению их прочности.

Таблица 3.6 — Средние значения размера отдельности (L, м) и коэффициента крепости пород и руд карьера «Восточный»

Петрографический тип	Средние значения параметров:	
	Размер блока, м	коэффициента крепости f
углеродистые кварц-слюдистые сланцы аргиллизированные	0,44 (1)	12,1 (11)
метаалевролиты массивные, полосчатые	0,46 (2)	12,2 (12)
кварц-биотитовые аргиллитизированные сланцы	0,49 (3)	11,5 (8)
кварц слюдистые сланцы	0,52 (4)	11,3 (5)
алевро-сланцы кварц-слюдистые углеродсодержащие	0,65 (5)	12,0 (9)
кварц-биотитовые сланцы	0,76 (6)	9,0 (1)
углеродистые милониты	0,87 (7)	10,9 (3)
линзы карбонатных пород мраморизованных известняков, кварц-слюдистые сланцы	0,88 (8)	10,5 (2)
динамосланцы кварц-слюдистые, углеродистые	0,89 (9)	11,3 (6)
кварц-слюдисто-карбонатные метасоматиты (руда первичная)	0,91 (10)	11,3 (7)
слюдисто-кварц карбонатные породы	0,92 (11)	11,1 (4)
углеродистые карбонат-кварц-слюдистые породы	1,47 (12)	12,0 (10)

Примечание: цифры в скобках – номера петрографических типов пород и руд по направлению увеличения среднего значения размера блока

Путем совмещения карты блочности с блочной моделью Олимпиадинского месторождения по крепости пород были вычислены значения коэффициента крепости пород по категориям блочности внутри каждого петрографического типа. Анализ полученных результатов показал, что в пределах одного петрографического типа четко проявляется тенденция к увеличению прочности пород в направлении от II к V категории блочности (табл.3.7).

Таблица 3.7 — Крепость пород различной категории блочности, относящейся к одному петрографическому типу

№ п/п	Минерально- петрографические типы пород и руд	Категории блочности			
		II	III	IV	V
1	кварц-биотитовые сланцы	8,7	9,0	9,3	—
2	кварц-биотитовые аргилитизированные сланцы	11,5	11,6	—	—
3	слюдисто-кварц карбонатные породы	9,8	11,9	10,7	12,1
4	кварц-слюдисто- карбонатные метасоматиты (руда первичная)	10,5	13,4	10,6	10,8
5	кварц слюдистые сланцы	11,3	11,4	—	—
6	углеродистые милониты	10,7	11,2	—	—
7	углеродистые кварц- слюдистые сланцы аргилизированные	11,7	12,5	—	—
8	углеродистые карбонат-кварц- слюдистые породы	10,9	12,5	12,5	—
9	динамосланцы кварц- слюдистые, углеродистые	10,2	11,4	11,5	12,1
10	алевро-сланцы кварц- слюдистые углеродсодержащие	11,8	12,2	—	—
11	метаалевролиты массивные, полосчатые	12,2	12,2	—	—
12	линзы карбонатных	9,2	10,4	11,8	—

№ п/п	Минерально- петрографические типы пород и руд	Категории блочности			
		II	III	IV	V
1	кварц-биотитовые сланцы	8,7	9,0	9,3	—
	пород мраморизованных известняков, кварц- слюдистые сланцы				

Анализ данных таблицы 3.7 показывает, что зачастую 2-3 соседние категории пород по блочности обладают близкими значениями прочности. В пределах II категории блочности (0,1-0,5м) 4 петрографических типа пород характеризуются контрастно более низкой (в среднем на 1,8) крепостью по сравнению с породами соседней III категории блочности. В III категории блочности таких петрографических типов меньше (3), а в IV еще меньше (1).

С учетом этого обстоятельства табл.3.7 была трансформирована в табл.3.8, в которой отражены контрастно отличающиеся друг от друга по прочности в пределах одного петрографического типа пород отдельные категории пород по блочности и их совокупности, представленные соседними и близкими по прочности категориями. Каждая такая совокупность представлена средним значением прочности входящих в нее категорий пород.

Таблица 3.8 — Прочность одной и совокупности соседних близких по прочности пород различной категории блочности, относящихся к одному петрографическому типу

Минерально- петрографические типы пород и руд	Категории блочности							
	II	II-III	II-IV	III	III-IV	IV	IV- V	V
кварц-биотитовые сланцы			9					
кварц-биотитовые		11,5						

аргилитизированные сланцы							
слюдисто-кварц карбонатные породы	9,8			11,9		10,7	12,1
кварц-слюдисто- карбонатные метасоматиты (руда первичная)	10,5			13,4		10,7	
кварц слюдистые сланцы		11,3					
углеродистые милониты		10,9					
углеродистые кварц- слюдистые сланцы аргилизированные		12,1					
углеродистые карбонат- кварц-слюдистые породы	10,9				12,5		
динамосланцы кварц- слюдистые, углеродистые	10,2				11,4		12,1
алевро-сланцы кварц- слюдистые углеродсодержащие		12					
метаалевролиты массивные, полосчатые		12,2					
линзы карбонатных пород мраморизованных известняков, кварц- слюдистые сланцы	9,2			10,4		11,8	

Таким образом, можно использовать следующие данные о значении крепости пород (f) одного петрографического типа, но различных категорий блочности — кварц-биотитовые сланцы: II-IV — 9; кварц-биотитовые аргилитизированные сланцы: II-III — 11,5; слюдисто-кварц-карбонатные породы: II — 9,8; III — 11,9; IV — 10,7; V — 12,1; кварц-слюдисто-карбонатные метасоматиты (руда первичная): II — 10,5; III — 13,4; IV-V — 10,7; кварц слюдистые сланцы: II-III — 11,3; углеродистые милониты: II-III — 10,9; углеродистые кварц-слюдистые сланцы аргилитизированные: II-III — 12,1; углеродистые карбонат-кварц-слюдистые породы: II-III — 12,5; IV — 10,4; динамосланцы кварц-слюдистые, углеродистые: II — 10,2; III-IV — 11,4; V — 12,1; алевро-сланцы кварц-слюдистые углеродсодержащие: II-III — 12; метаалевролиты массивные, полосчатые: II-III — 12,2; линзы карбонатных пород мраморизованных: II — 9,2; III — 10,4; IV — 11,8.

Установленная тенденция к снижению прочности пород в направлении уменьшения их блочности, особенно ярко выраженная в мелкоблочных породах

(II категория), вероятнее всего обусловлена неоднородностью поля тектонических напряжений в породном массиве. На его участках, подвергнутых наиболее сильному воздействию этих напряжений, образовались мелкоблочные породы, в которых происходило нарушение их структуры (ослабление связи между минералами, появление микротрещин и т.п.), что и обусловило существенное снижение прочности пород.

Результатом исследований является детальное изучение свойств горных пород, а также их районирование по блочности. Полученные данные используются взрывным цехом для проектирования массовых взрывов.

3.4 Проектные работы

В связи с отработкой четвертой очереди карьера «Восточный» появляется необходимость изучения физико-механических свойств горных пород на нижележащих горизонтах.

Исполнителем запроектированных работ является ОАО «ВИОГЕМ», который организует служебную командировку в место проведения работ - Красноярский край, Северо-Енисейский район, п.Еруда. Жилье предоставляется заказчиком.

Буровые работы

Проектом предусмотрено бурение четырех инженерно-геологических скважин с отбором керна для физико-механических испытаний горных пород глубиной 290 м каждая (рис. 3.10), средняя категория пород по буримости 7, алмазными коронками Ø93мм (первые 20м), далее Ø59 мм буровым станком СКБ-5 (рис. 3.9). Станок СКБ-5, которым оснащается установка УКБ-5П, предназначен для колонкового геологоразведочного бурения вертикальных и наклонных скважин на твёрдые полезные ископаемые в различных геолого-технических и климатических условиях. Станок оснащён контрольно-измерительными приборами. Используется промывочный насос НБ-32. Обсадка скважин будет производиться на глубину 20м в зоне перебура трубами Ø89 с последующим демонтажем. При проектировании геологоразведочных работ не

предусмотрено проведение гидрогеологических исследований, т.к. с углублением карьера предполагается осушение нижележащих горизонтов для того, чтобы массив оставался необводненным. Также не предусмотрены геофизические работы, потому что скважины бурятся с отбором керна и сопровождаются подробным геологическим описанием.

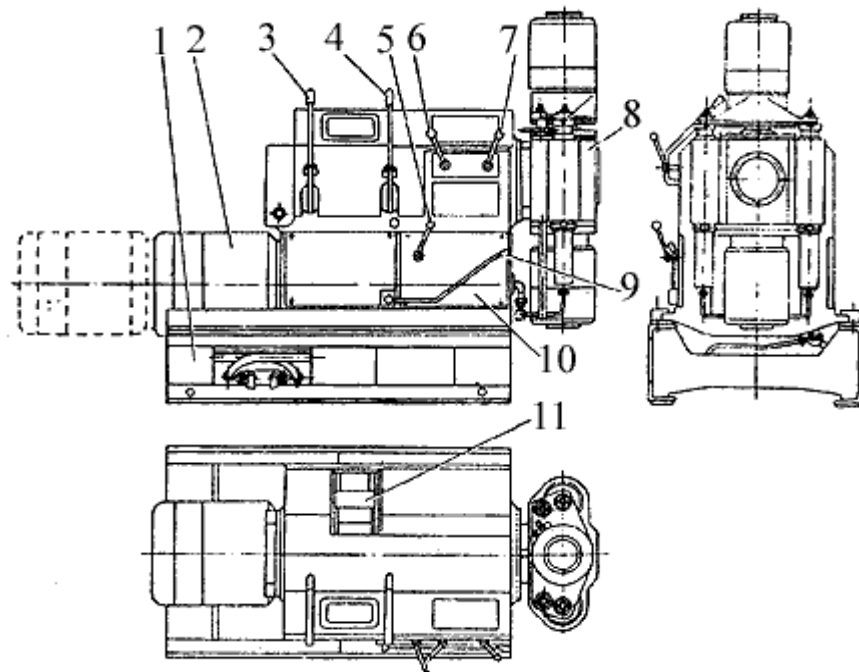


Рисунок — 3.9 Схема бурового станка СКБ-5

1 — станина; 2 — электродвигатель; 3 — рукоятка тормоза подъема; 4 — рукоятка тормоза спуска; 5 — рукоятка переключения передач; 6 — рукоятка включения лебедки; 7 — рукоятка включения вращателя; 8 — вращатель; 9 — рукоятка выключения муфты сцепления; 10 — коробка передач с муфтой сцепления; 11 — лебедка.

Работы выполняются в 3 смены (8 часовой рабочий день). Обеспечение водой и электроэнергией осуществляется заказчиком за собственный счет. Хранение оборудования, инструмента и материалов будет производиться на предоставленных заказчиком площадях. Проектирование и проходка скважин осуществляется заказчиком АО «Полюс».

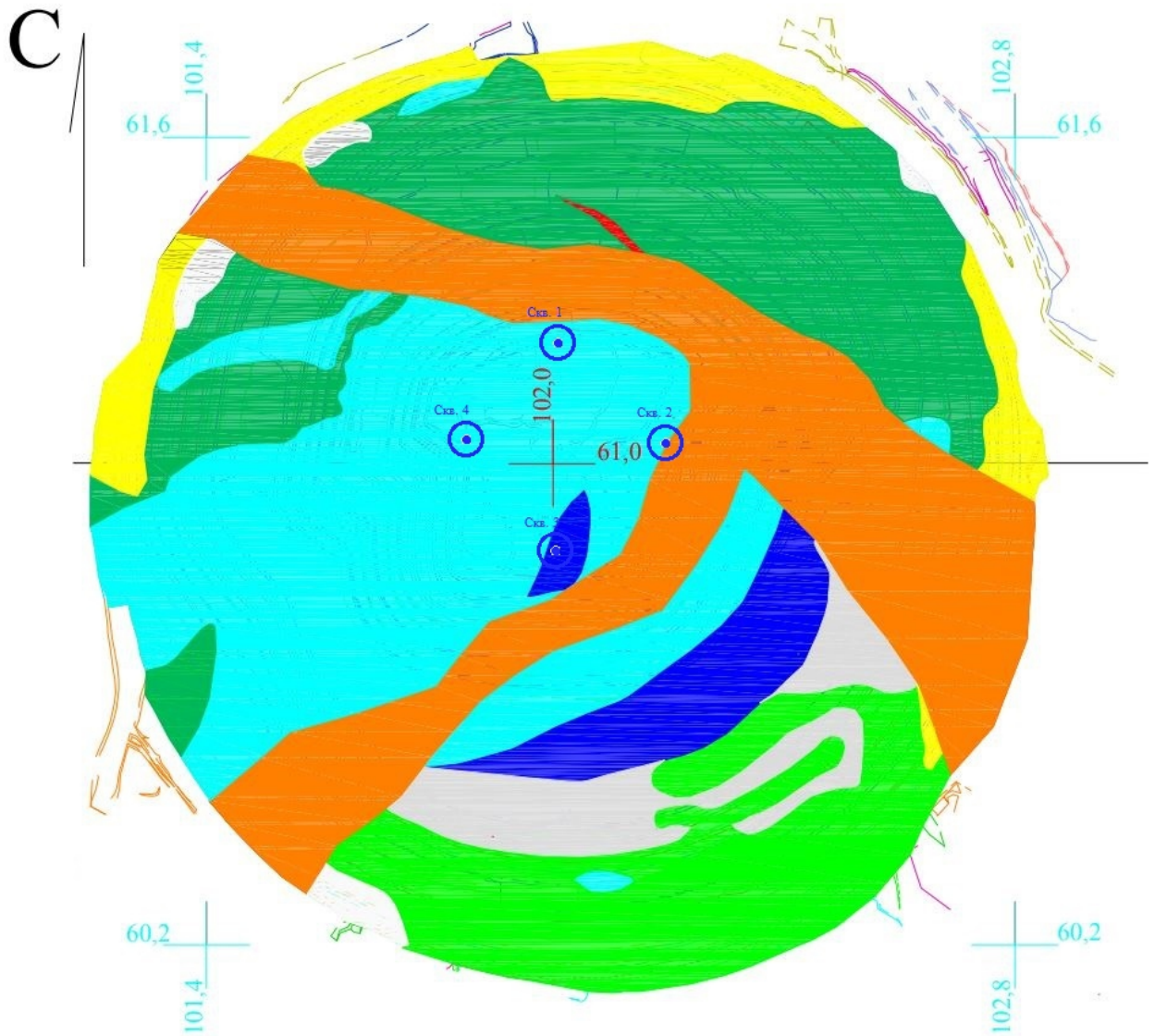


Рисунок — 3.10 План расположения проектируемых скважин

Отбор и транспортировка керна. Методика отбора керна

До того как керн попадает в лабораторию, его отбирают на скважине при бурении. Отбор керна это — сложная, трудоемкая задача, особенно при бурении глубоких скважин. Но несмотря на большие финансовые затраты, отбор керна производят, т.к. он позволяет получить максимально полную информацию о породах глубокозалегающих горизонтов.

После подъема колонкового снаряда закрывают устье скважины и приступают к извлечению керна, который потом описывается геологами и исследуется лабораторными методами. Запрещается поднимать колонковый снаряд на высоту более 0,2 метров от нижнего его конца до

пола, поддерживать руками колонковую трубу снизу и проверять рукой положение керн в колонковой трубе.

Положив колонковый снаряд на пол (землю), отвинчивают коронку, а, затем, поднимая трубу, осторожно извлекают керн. Если керн не выходит из трубы, то его выбивают легкими ударами деревянной колотушки. Извлекать керн встряхиванием колонковой трубы лебедкой станка, выдавливанием его при помощи бурового насоса, нагреванием колонковой трубы запрещается.

Извлеченный твердый керн обмывают водой от шлама, а керн мягких и сыпучих пород осторожно очищают от загрязнений скребком.

Очищенный керн укладывают в специальные керновые ящики в последовательности, отвечающей геологическому разрезу (рис. 3.10). Керновые ящики изготавливают обычно из дерева, длиной 1 м и шириной 0,5-0,6 м. Высота и ширина продольных ячеек ящика определяется диаметром керн. Керн укладывают в ящик рядами, параллельно его длинной стороне, слева направо (как читаем) так, чтобы конец предыдущего интервала состыковывался с началом последующего. Не допускается укладывание керн «змейкой». Укладывать керн следует плотно без промежутков между его отдельными кусками. В конце каждого рейса кладется этикетка на которой четко написано: участок работ, номер проектной точки и скважины, интервал бурения, углубление за рейс, выход керн, дата и смена бурения, подпись машиниста. Если керн не был поднят из скважины, то тогда выписывают этикетку с указанием отсутствия керн по данному интервалу и кладут её к этикетке предыдущего рейса. На верхних кромках ячеек стрелками наносят направление укладки керн. На боковой наружной поверхности каждого ящика несмываемой краской указывается участок, порядковый номер ящика, номер скважины и интервал бурения. Заполненные керном и закрытые крышками керновые ящики свозят в кернохранилище. После отбора проб, оставшийся керн при закрытии скважины ликвидируется, путем закапывания в зумпф (землю). Ответственность за правильность укладки, за этикетирование и хранение керн несут буровой мастер и геологический персонал.



Рисунок — 3.10 Подготовка керна к транспортировке

Физико-механические испытания

Полный комплекс физико-механических испытаний горных пород включает в себя определение следующих характеристик:

1. Плотность — отношение массы горной породы к ее объему в естественном состоянии, кг/м³. Плотность может определяться следующими методами:

- путем измерения массы и объема пород;
- по результатам рассеяния и поглощения гамма лучей породами (гамма метод);
- по эмпирически установленным зависимостям между плотностью и другими физическими параметрами пород;
- по результатам подземной регистрации космического излучения.

Определение плотности каждым из методов проводится в соответствии со

специальными инструкциями.

2. Пористость — отношение объема пор в образце к объему этого образца. В лабораторных условиях пористость определяется методами свободного, вакуумного (под вакуумом) и принудительного (под давлением) насыщения горных пород жидкостью, а также методами, основанными на расширении газа, и др. В полевых условиях для оценки величины пористости используются различные виды каротажа скважин.

3. Предел прочности на одноосное сжатие — отношение разрушающей силы, приложенной к образцу, к площади поперечного сечения образца. Опытами установлено, что прочность зависит от ряда факторов: от размеров испытуемого образца, от отношения его высоты к диаметру (к поперечному размеру), от скорости нагружения, от жесткости давящей установки и т.д. Поэтому важно обеспечить постоянство условий испытания. Только при испытаниях в одинаковых условиях можно получить сопоставимые результаты для разных горных пород, т.е. необходимо строго выполнять требования ГОСТа.

Для изучаемых горных пород прочность при одноосном сжатии необходимо определять стандартным методом (например, ГОСТ 21153.2-84) — по результатам испытания цилиндрических образцов с диаметром 42 мм, высотой 84 мм. Испытание образца при этом осуществлялось встречным давлением на его плоские торцы, создаваемым при помощи стальных плит гидравлического пресса, например, МС-100 (рис. 3.11) в постоянных условиях соответствующих требованиям стандарта.

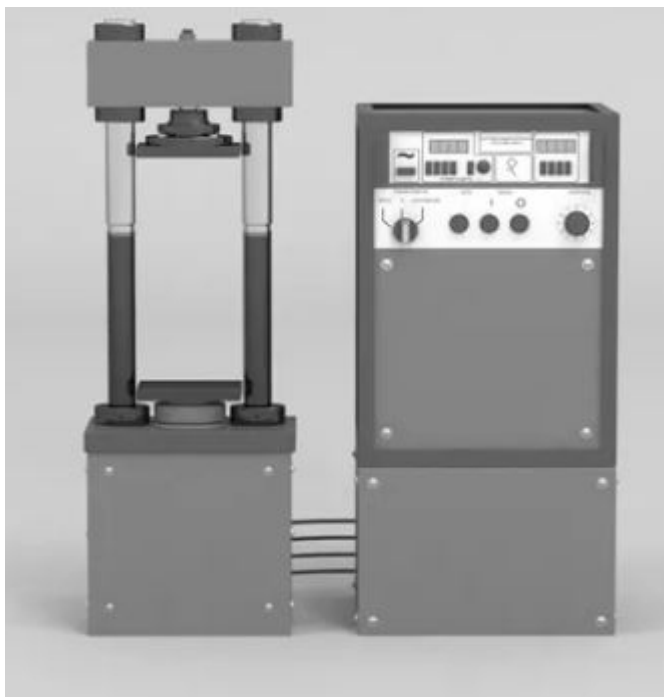


Рисунок — 3.11 Лабораторный испытательный пресс МС-100

4. Сопротивление горной породы одноосному растяжению — отношение растягивающей (взрывающей) силы к площади поперечного сечения образца. В настоящее время для определения прочности образцов при одноосном растяжении применяется большое число методов, прямых и косвенных:

- непосредственный разрыв образцов различных форм и размеров;
- центральный изгиб кольцевым штампом круглых пластинок;
- разрушение полых образцов давлением изнутри;
- разрушение цилиндрических образцов силами, сосредоточенными по диаметрально противоположным образующим (Бразильский метод);

5. Модуль Юнга (модуль упругости) — отношение нормального напряжения к деформации, вызванной этим напряжением.

6. Скорость распространения продольных и поперечных волн в массиве - определяются аналитически или экспериментально.

7. Абразивность — способность изнашивать рабочие органы горной машины, контактирующей с горной породой в процессе бурения, экскавации, транспортировки.

8. Твердость — сопротивление горной породы проникновению в нее другого тела.

9. Теплопроводность — способность горной породы к переносу энергии от более нагретых частей к менее нагретым.

10. Разрыхляемость — отношение объема горной породы в разрушенном состоянии к объему массива (целика). Характеризуется коэффициентом разрыхления.

11. Трещиноватость — разделение горной породы трещинами вследствие нагрева, охлаждения, уплотнения, тектонических процессов. Характеризуется размером отдельностей в массиве.

Физико-механические испытания будут выполняться в лаборатории заказчика АО «Полюс».

Выводы

1. На представительном фактическом материале (552 512 измерений по 12 петрографическим типам пород) в пределах карьера «Восточный» установлен значительный диапазон среднего размера отдельности различных типов пород (0,19-2,13м). Распределение отдельностей различного размера в породном массиве логнормальное. Средний размер отдельности составляет 0,85м, коэффициент его вариации 41,77.
2. Выявлены закономерности изменения размера отдельности пород, выраженные следующим образом:
 - в порядке увеличения среднего размера отдельности минерально-петрографические типы пород образуют такую последовательность: углеродистые кварц-слюдистые сланцы аргилизованные 0,44; метаалевролиты массивные, полосчатые 0,46; кварц-биотитовые аргилитизированные сланцы 0,49; кварц-слюдистые сланцы 0,52; алевро-сланцы кварц-слюдистые углеродсодержащие 0,65; кварц-биотитовые сланцы 0,76; углеродистые милониты 0,87; линзы карбонатных пород мраморизованных 0,88; динамосланцы кварц-слюдистые, углеродистые 0,89; кварц-

слюдисто-карбонатные метасоматиты (руда первичная) 0,91; слюдисто-кварц карбонатные породы 0,92; углеродистые карбонат-кварц-слюдистые породы 1,47;

- в направлении сверху вниз четко проявлена тенденция к увеличению среднего размера элементарного блока в связи с гипергенной разгрузкой породного массива вследствие денудации перекрывающей его толщи пород.

3. Выполнено районирование карьера «Восточный» по блочности пород и установлено, что в контуре карьера породы различной категории блочности распределяются следующим образом: исключительно крупноблочные — 2%; весьма крупноблочные 14%; среднеблочные — 19%; и крупноблочные — 65%.

4. Доказано, что для породного массива характерно отсутствие связи между средним размером отдельности и средним значением прочности (крепости) пород, но в пределах их одного петрографического типа наблюдается тенденция к увеличению прочности пород в направлении от II к V категории блочности, особенно контрастно проявленная между соседними II и III категориями.

4 ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ. РАСЧЕТЫ ЗАТРАТ ТРУДА И ВРЕМЕНИ

Затраты времени по каждому виду проектных работ определяются по нормам соответствующих таблиц ССН. По тем видам работ, по которым нормы ССН отсутствуют, эти данные рассчитываются прямым расчетом по опыту работы или путем использования норм других ведомств или организаций .

Затраты труда на выполнение проектных работ (по видам) сводятся в соответствующую таблицу, на основании которой рассчитывается общее количество ИТР и рабочих.

4.1 Расчет затрат времени

Таблица 4.1 — Сводная таблица объемов проектных работ

№ п/п	Виды работ	Единицы измерений	Объем работ
1.	Составление проектно-сметной документации	отр/мес	0,7
2.	Изучение фондовых материалов	отр/мес	0,2
3.	Рекогносцировочные работы	отр/мес	0,2
4.	Топогеодезические работы	отр/мес	0,2
5.	Буровые работы	п.м.	1160
6.	Работы сопутствующие бурению	ст/мес	0,5
7.	Полный комплекс испытаний физ.-мех. свойств пород	отр/мес	3,2
8.	Составление и защита отчета	отр/мес	0,7

Затраты времени на составление проектно-сметной документации составляют 0,7 отр/мес и приняты на основании опыта проведения аналогичных работ в предыдущие годы.

Таблица 4.2 — Состав отряда, расчет фонда заработной платы для составления проектно-сметной документации

№ п/п	Наименование профессий и должностей	Задолженность	Оклад в месяц, руб	Общая сумма, руб
1.	ГИП	0,2	40000	8000
2.	Инженер геолог	0,7	27500	19200
3.	Начальник участка буровых работ	0,2	30000	6000
4.	Техники	1,0	18000	18000
5.	Экономист	0,5	25000	12500
				Итого: 63700 руб.

Таблица 4.3 — Расчет затрат времени, численности и фонда заработной платы на работы по изучению и анализу фондовых материалов

№ п/п	Наименование профессий и должностей	Задолженность	Оклад в месяц, руб	Общая сумма, руб
1.	ГИП	0,2	40000	8000
2.	Инженер геолог	0,4	27500	11000
				Итого: 19000 руб.

Таблица 4.4 — Расчет затрат времени, численности и фонда заработной платы на рекогносцировочные работы

№ п/п	Наименование профессий и должностей	Задолженность	Оклад в месяц, руб	Общая сумма, руб
1.	ГИП	0,2	40000	8000
2.	Инженер геолог	0,3	27500	8250
3.	Водитель	0,2	18000	3600
				Итого: 19850 руб.

Таблица 4.5 — Расчет затрат времени, численности и фонда заработной платы на топогеодезические работы

№ п/п	Наименование профессий и должностей	Задолженность	Оклад в месяц, руб	Общая сумма, руб
1.	ГИП	0,1	40000	4000
2.	Инженер-геодезист	0,3	27000	8100

3.	Водитель	0,2	18000	3600
				Итого: 15700 руб.

Расчет затрат времени на бурение скважин

Исходные данные:

Буровая установка – УКБ-5П

Глубина скважин – 290 м

Количество скважин – 4 шт

Начальный диаметр бурения – 93.0 мм

Конечный диаметр – 59.0 мм

Бурение с отбором керна

Таблица 4.6 — Расчет затрат времени на бурение скважин (СН 5 табл.5)

Средняя категория пород	Объем бурения, п.м.	Норма времени на бурение 1 м, ст/см	Затраты времени на весь объем, ст/см
VII	1160	0,14	162,4
			Итого: 162,4 ст/см

Таблица 4.7 — Расчет затрат времени на монтаж, демонтаж и перемещение буровой установки (СН 5 табл. 81)

№ п/п	Перечень работ	Един. изм.	Объем	Норма времени ст/см	Общие затраты
1.	Монтаж, демонтаж и перемещение УКБ-5П	шт.	4	2,2	8,8
					Итого: 8,8 ст/см

Таблица 4.8 — Расчет затрат времени на крепление скважин обсадными трубами и их извлечении (СН 5 табл. 72)

№ п/п	Вид работ	Количество скважин	Един. изм.	Норма времени в ст/см на 100 м	Общие затраты
1.	Спуск труб с ниппельным соединением на 20 м	4	шт.	0,8	0,64

2.	Извлечение труб	4	шт.	1,35	1,08
					Итого: 1,72 ст/см

Для выполнения буровых работ и сопутствующих бурению потребуется
 $(162,4+8,8+1,72)/102=1,7$ ст/мес

Таблица 4.9 — Состав отряда для проведения буровых, специальных и сопутствующих работ, фонд заработной платы (ССН 5 табл. 14)

№ п/п	Наименование профессий и должностей	Задолженность в месяцах	Оклад в месяц, руб	Общая сумма, руб
1.	Начальник участка буровых работ	1,7	30000	51000
2.	Инженер по буровым работам	1,7	25000	42500
3.	Инженер-механик	0,5	25000	12500
4.	Бурильщик	1,7	30000	51000
5.	Помощник бурильщика	1,7	27000	45900
6.	Водитель	1,7	20000	34000
				Итого: 236900 руб.

Таблица 4.10 — Расчет затрат времени на проведение испытаний физико-механических свойств пород (ССН 7 табл. 6.5)

№ п/п	Вид исследования	Един. изм.	Кол-во проб	Норма времени, бр/см	Затраты времени, бр/см
1.	Полный комплекс испытаний физико-механических свойств пород	образец	160	0,48	76,8
					Итого: 96 бр/см/25,4=3,78 бр/мес

Таблица 4.11 — Состав отряда для проведения испытаний физико-механических свойств пород

№ п/п	Наименование	Задолженность в	Оклад в месяц,	Общая сумма,
-------	--------------	-----------------	----------------	--------------

	профессий и должностей	месяцах	руб	руб
1.	Начальник лаборатории	1,4	22000	30800
2.	Ст. методист	1,4	20000	28000
3.	Методист	1,4	18000	25200
4.	Инженер-лаборант	3,78	15000	56700
5.	Техник-лаборант	3,78	11000	41580
6.	Подсобный рабочий	1,0	9000	9000
				Итого: 191280 руб.

Таблица 4.12 — Состав отряда на составление и защиту отчета, фонд заработной платы

№ п/п	Наименование профессий и должностей	Задолженность	Оклад в месяц, руб	Общая сумма, руб
1.	ГИП	0,3	40000	12000
2.	Инженер геолог	0,7	27500	19250
3.	Техники	0,7	18000	12600
				Итого: 43850 руб.

Затраты времени на составление и защиту отчета составят 0,7 отр/мес (по опыту предыдущих лет).

Календарный график выполнения работ

Календарный график выполнения работ составляется по всем видам работ, предусмотренных проектом, с расчетом выполнения в установленные сроки. При разработке календарного плана выполнения работ, учитывается целесообразность равномерного распределения объемов, выполняемых работ во времени и установленной очередности. При соблюдении графика необходимо учитывать максимальное время использования оборудования. Если работы запроектированы на несколько лет, то на зимний период следует оставлять выполнение тяжелых горных и буровых работ, а работы топомаркшейдерские, геолого-съёмочные, опробовательские выполняются в летний период.

Календарный график выполнения работ составляется следующим образом (табл. 4.13). В графе 2 записывается наименование всех основных и вспомогательных работ, предусмотренных в проекте. В графе 3 указывается

общая продолжительность работ. В следующих графах чертится продолжительность выполнения работ по месяцам, кварталам, годам.

Таблица 4.13 — Календарный график выполнения работ

№ п/п	Наименование видов работ	Трудозатраты по месяцам	Календарный график											
			Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август				
1.	Составление проектно-сметной документации	0,7	■											
2.	Изучение фондовых материалов	0,2	■											
3.	Рекогносцировочные работы	0,2		■										
4.	Топогеодезические работы	0,2		■										
5.	Буровые и сопутст. работы	1,7		■	■	■								
6.	Полный комплекс испытаний физ.-мех. свойств пород	3,78				■	■	■	■	■	■			
7.	Составление и защита отчета	0,7										■		

Таблица 4.14 — Штатное расписание на выполнение работ

№ п/п	Наименование профессий и должностей	Задолженность	Оклад в месяц, руб	Общая сумма, руб
1.	ГИП	1,0	40000	40000
2.	Инженер геолог	2,1	27500	57750
3.	Начальник участка буровых работ	1,9	30000	57000
4.	Техники	1,7	18000	30600
5.	Экономист	0,5	25000	12500
6.	Водитель	2,1	18000	37800
7.	Инженер по буровым	1,7	25000	42500

№ п/п	Наименование профессий и должностей работам	Задолженность	Оклад в месяц, руб	Общая сумма, руб
8.	Инженер-механик	0,5	25000	12500
9.	Бурильщик	1,7	30000	51000
10.	Помощник бурильщика	1,7	27000	45900
10.	Начальник лаборатории	1,4	22000	30800
11.	Ст. методист	1,4	20000	28000
12.	Методист	1,4	18000	25200
13.	Инженер-лаборант	3,78	15000	56700
14.	Техник-лаборант	3,78	11000	41580
15.	Подсобный рабочий	1,0	9000	9000
16.	Инженер-геодезист	0,3	27000	8100
Итого:				586930 руб.

4.2 Сводная смета на запроектированные работы

Таблица 4.15 — Сводная смета на производство запроектированных работ

№ п/п	Наименование видов работ	Ед. изм.	Объем работ	Общая стоимость, руб
1.	Составление проектно-сметной документации	отр/мес	0,7	107912
2.	Изучение фондовых материалов	отр/мес	0,2	40696
3.	Рекогносцировочные работы	отр/мес	0,2	36069
4.	Топогеодезические работы	отр/мес	0,2	29364
5.	Буровые работы и сопутствующие им	п.м./ст.см	1160/172,9	2506185
6.	Полный комплекс испытаний физ.-мех. свойств пород	отр/мес	3,2	309129
7.	Составление и защита отчета	отчет	1	73343
Итого: 3102698 руб.				
Накладные расходы 25% от основных				1651540
Итого с накладными расходами: 3878372 руб.				
Плановые накопления 10%				387837
Организация и ликвидация работ 2.5%				96959
Резерв 3%				116351
Итого стоимость: 4479519 руб.				
Мат. Затраты (30%, включенных в стоимость)			1343856 руб.	
НДС 18% от суммы без мат. затрат				564419
Общая стоимость с НДС: 5043938 руб.				

4.2.1 Расчет сметной стоимости работ по составлению проектно-сметной документации

Расчет производится по фактическим и нормативным затратам.

Таблица 4.16 — Расчет сметной стоимости работ по составлению проектно-сметной документации

№ п/п	Наименование статей затрат	Ед. изм.	Сумма в руб.	Примечание
1.	Расчетный фонд заработной платы	руб	63700	
2.	Дополнительная заработная плата	руб	5032	7.9 % от фонда
3.	Отчисления на соц. страхование	руб	20757	30.2 % от общ.
Итого заработной платы: 89489 руб.				
4.	Материальные затраты	руб	4474	5 % от общ. з.п.
5.	Амортизация	руб	8949	10 % от общ. з.п.
6.	Услуги	руб	2000	По опыту
7.	Транспорт	руб	3000	1 маш./смена легк. ав.
Итого общая стоимость: 107912 руб.				

4.2.2 Расчет сметной стоимости по изучению фондовых материалов

Расчет производится по фактическим и нормативным затратам.

Таблица 4.17 — Расчет сметной стоимости по изучению фондовых материалов

№ п/п	Наименование статей затрат	Ед. изм.	Сумма в руб.	Примечание
1.	Расчетный фонд заработной платы	руб	19000	
2.	Дополнительная заработная плата	руб	1501	7.9 % от фонда
3.	Отчисления на соц. страхование	руб	6191	30.2 % от общ.
Итого заработной платы: 26692 руб.				
4.	Материальные затраты	руб	1335	5 % от общ. з.п.
5.	Амортизация	руб	2669	10 % от общ. з.п.
6.	Услуги	руб	7000	По опыту
7.	Транспорт	руб	3000	1 маш./смена легк. ав.
Итого общая стоимость: 40 696 руб.				

4.2.3 Расчет сметной стоимости по рекогносцировочным работам

Расчет производится по фактическим и нормативным затратам.

Таблица 4.18 — Расчет сметной стоимости по рекогносцировочным работам

№ п/п	Наименование статей затрат	Ед. изм.	Сумма в руб.	Примечание
1.	Расчетный фонд заработной платы	руб	19850	
2.	Дополнительная заработная плата	руб	1568	7.9 % от фонда
3.	Отчисления на соц. страхование	руб	6468	30.2 % от общ.
Итого заработной платы: 27886 руб.				
4.	Материальные затраты	руб	1394	5 % от общ. з.п.
5.	Амортизация	руб	2789	10 % от общ. з.п.
6.	Услуги	руб	1000	По опыту
7.	Транспорт	руб	3000	1 маш./смена легк. ав.
Итого общая стоимость: 36069 руб.				

4.2.4 Расчет сметной стоимости по топогеодезическим работам

Расчет производится по фактическим и нормативным затратам.

Таблица 4.19 — Расчет сметной стоимости по топогеодезическим работам

№ п/п	Наименование статей затрат	Ед. изм.	Сумма в руб.	Примечание
1.	Расчетный фонд заработной платы	руб	15700	
2.	Дополнительная заработная плата	руб	1240	7.9 % от фонда
3.	Отчисления на соц. страхование	руб	5116	30.2 % от общ.

				Итого заработной платы: 22056 руб.
4.	Материальные затраты	руб	1102	5 % от общ. з.п.
5.	Амортизация	руб	2206	10 % от общ. з.п.
6.	Услуги	руб	1000	По опыту
7.	Транспорт	руб	3000	1 маш./смена легк. ав.
				Итого общая стоимость: 29364 руб.

4.2.5 Расчет сметной стоимости на буровые работы

Расчет сметной стоимости одной ст./смены буровой бригады на установке УКБ-5П

Объем – 172,9 ст./см.

Исходные данные:

Глубина скважины: 290 м; 4 шт

Диаметр бурения: 93 мм; 59 мм

Средняя категория пород по буримости:7

Бурение с отбором керна

Расчет ведется по фактическим и нормативным затратам:

1.Общая сумма зарплаты – 1370 р

2.Дополнительная зарплата 7,9% - 108р

3. Итого – 1478р

4.Отчисления на соц. страхование 30,2% – 446р

Итого – 1924р

5.Материальные затраты:

а) инструменты 10% от зарплаты – 194р

б) материалы 15% от зарплаты – 289р

в) ГСМ: бензин 6300р; масло 540р

Итого материальных затрат – 7323р

6.Услуги – 400р

7.Транспорт – 3000р

8.Амортизация:

Стоимость буровой установки – 2000000р

Срок службы установки 5 лет: 5лет*12мес*30дн=1800 дней

Так как буровые работы на карьере ведутся в три смены то амортизация

будет равна:

$$A = 2000000/1800 = 1111/3 = 370р$$

Итого основных расходов – 14495р

Всего сметная стоимость на буровые работы: 14495р*172,9=2506185р

4.2.6 Расчет сметной стоимости на проведение испытаний физико-механических свойств пород

Таблица 4.20 — Расчет сметной стоимости на проведение испытаний физико-механических свойств пород

№ п/п	Наименование статей затрат	Ед. изм.	Сумма в руб.	Примечание
1.	Расчетный фонд заработной платы	руб	191280	
2.	Дополнительная заработная плата	руб	15111	7.9 % от фонда
3.	Отчисления на соц. страхование	руб	62330	30.2 % от общ.
Итого заработной платы: 268721 руб.				
4.	Материальные затраты	руб	13436	5 % от общ. з.п.
5.	Амортизация	руб	26872	10 % от общ. з.п.
6.	Услуги	руб	1000	По опыту
Итого общая стоимость: 309129 руб.				

4.2.7 Расчет сметной стоимости написания и защиты отчета

Расчет производится по фактическим и нормативным затратам.

Таблица 4.21 — Расчет сметной стоимости на написание и защиту отчета

№ п/п	Наименование статей затрат	Ед. изм.	Сумма в руб.	Примечание
1.	Расчетный фонд заработной платы	руб	43850	
2.	Дополнительная заработная плата	руб	3464	7.9 % от фонда
3.	Отчисления на соц. страхование	руб	14289	30.2 % от общ.
Итого заработной платы: 61603 руб.				
4.	Материальные затраты	руб	3080	5 % от общ. з.п.
5.	Амортизация	руб	6160	10 % от общ. з.п.
6.	Услуги	руб	2500	По опыту

Итого общая стоимость: 73343 руб.

5 ОХРАНА ТРУДА. ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Трудовое право представляет собой совокупность правовых норм, регулирующих общественные отношения, возникающие в процессе применения труда граждан, а также иные взаимосвязанные с ними отношения по поводу применения этого труда. Целями трудового законодательства являются установление государственных гарантий трудовых прав и свобод граждан, создание благоприятных условий труда, защита прав и интересов работников и работодателей (ст. 1 Трудового кодекса РФ).

Регулирование трудовых отношений и иных непосредственно связанных с ними отношений в соответствии с Конституцией Российской Федерации, федеральными конституционными законами осуществляется трудовым законодательством (включая законодательство об охране труда) и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права:

- Трудовым кодексом Российской Федерации (ТК РФ); иными федеральными законами; указами Президента Российской Федерации; постановлениями Правительства Российской Федерации и нормативными правовыми актами федеральных органов исполнительной власти;
- конституциями (уставами), законами и иными нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации;
- актами органов местного самоуправления и локальными нормативными актами, содержащими нормы трудового права.

Нормы трудового права, содержащиеся в иных законах, должны соответствовать Трудовому кодексу РФ. В случае противоречий между Трудовым кодексом РФ и иными федеральными законами, содержащими нормы трудового права, применяется Трудовой кодекс РФ (ст. 5 ТК РФ).

Особое место в системе трудового права занимают охрана труда и связанные с ней трудовые отношения. К нормам, регулирующим трудовые отношения, относят собственно охрану труда, а также трудовой договор, коллективный договор с соглашением по охране труда, гарантии права на охрану труда, компенсации за неблагоприятные условия труда, рабочее время и время отдыха, особенности труда женщин, молодежи и инвалидов, дисциплину труда, надзор и контроль за соблюдением законодательства о труде и охране труда и др.

5.1 Охрана труда и промышленная безопасность

В соответствии с правилами охраны труда на карьере «Восточный» обеспечены:

- безопасность работников при эксплуатации оборудования и осуществлении технологических процессов;
- применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- соответствующие требованиям охраны труда условия труда на рабочем месте;
- режим труда и отдыха работников в соответствии с законодательством РФ;
- выдачу специальной одежды, обуви и других средств индивидуальной защиты;
- обучение, инструктаж по безопасным методам и приемам выполнения работ, стажировку на рабочих местах и проверку знаний требований охраны труда;
- организацию контроля состояния условий труда на рабочих местах;
- проведение предварительных и периодических медицинских осмотров;
- принятие мер по предотвращению аварийных ситуаций, сохранению жизни и здоровья работников;

- расследование в установленном Правительством РФ порядке несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;
- обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Проектом предусмотрено применение на карьере современных горно-транспортных машин отечественного и зарубежного производства, отвечающих международным нормам эксплуатации [1].

По опыту эксплуатации условия работы операторов машин (машинистов, шоферов) соответствует комфортным и безопасным условиям работы. Окна в кабинах машин обеспечивают широкий обзор, имеют стеклоочистители, обогреватели и стеклоподъемники. Это снижает напряжение и утомляемость оператора, способствует уверенному маневрированию машин и безопасности работ. Эргономичные сиденья повышенной комфортности (с регулировкой положений в пространстве), приборные щитки с ночной подсветкой и кнопочными переключателями, рычаги управления, не требующие больших усилий, радиосвязь, обогрев и кондиционеры в кабине, дисплеи и клавиатуры систем контроля состояния машины, в полной мере обеспечивают охрану труда при эксплуатации горно-транспортных машин. В кабинах в зависимости от времени года предусмотрен обогрев или охлаждение воздуха для поддержания необходимых параметров воздушной среды.

Станки буровые типа СКБ оснащены оригинальной трехступенчатой системой пылеулавливания, состоящей из вентилятора, пылесадительной камеры (пылеприемные колпаки или пылеприемники, улавливающие до 95% буровой мелочи), циклонов (с эффективностью улавливания частиц размером более 10 мкм до 90%) и камеры рукавных фильтров (с эффективностью улавливания тонких фракций пыли до 99%).

Режим работы карьера круглосуточный. Продолжительность рабочей смены 11 часов. В соответствии с правилами внутреннего распорядка ГОКа первая смена начинается с 20:00 и оканчивается в 08:00, перерыв на питание и

отдых с 01:00 до 02:00 и 05:00 до 05:15. Вторая смена начинается с 08:00 и заканчивается в 20:00, перерыв с 11:00 до 14:00 (в три смены) и с 17:00 до 17:15. Доставка людей к зданию АБК производится вахтовым транспортом до 07:10. С 06:20 до 07:30 трудящиеся завтракают, проходят предсменный медосмотр, получают наряд на производство работ (по участкам), переодеваются в рабочую одежду и в 07:30 выезжают на рабочие места. С 13:00 до 14:00 (в обеденный перерыв) производятся взрывные работы. К 13:00 все трудящиеся должны покинуть опасную зону ведения взрывных работ, выехать в АБК, который является местом сбора, где каждый работник расписывается лично о выходе из опасной зоны в журнале выдачи нарядов. В 14:00, по окончании взрывных работ, производится развозка людей по рабочим местам. В конце смены, к 20:00, люди выезжают в АБК, где посещают душ, переодеваются в чистую одежду, ужинают и выезжают в жилую зону. Аналогичный распорядок в ночную смену, только вместо взрывных работ производится профилактическое обслуживание горных машин. ГОК обеспечен квалифицированными кадрами по всем специальностям. С 1999 года создан учебно-курсовой комбинат и получена лицензия на подготовку кадров для горных производств и объектов. Проводятся инструктажи по ТБ. Все рабочие и ИТР проходят проверку знаний по действующим инструкциям и правилам в постоянно действующей квалификационной комиссии, возглавляемой главным инженером и в цеховых комиссиях. Лица, поступающие на работу в карьер, должны пройти с отрывом от производства предварительное обучение по технике безопасности в течение двух дней и сдать экзамены по утвержденной программе комиссии под председательством главного инженера или его заместителя [8].

Численность трудящихся, занятых на карьере, определена в соответствии с действующими нормативными документами и системой организации труда, сложившейся на ГОКе, исходя из принятой технологии и режима работы отдельных технологических процессов, а также путем расстановки по рабочим местам с учетом максимального совмещения профессий. По профилю работ

рабочие в карьере представлены следующими специальностями:

- машинисты и помощники машинистов экскаваторов;
- машинисты бульдозеров;
- водители автосамосвалов в карьере;
- водители прочих автомашин, прочие горные рабочие;
- электрогазосварщики, слесари и электрослесари;
- машинисты буровых станков;
- взрывники;
- ремонтные рабочие.

Для размещения служб каждого участка карьера (бурового, экскаваторного, взрывного, водоотлива, дорожного) на площадке раскомандировки предусматриваются мобильные вагончики типа «Таир», в которых хранятся питьевая вода, аптечки первой медицинской помощи, средства связи для управления производством, вызова медицинской помощи, пожарной охраны, носилки для переноса пострадавших. Вагончики должны иметь приточно-вытяжную вентиляцию. Вода для питьевых нужд доставляется на участок во флягах на дежурном автотранспорте. Забор воды во фляги осуществляется в АБК ГОКа. Норматив расходы воды на одного человека принят равным 14 л/сут на человека. Хранится вода в баках с плотно закрывающимися и запирающимися крышками с кранами фонтанчикового типа. Емкости для хранения воды по освобождению тщательно промываются и один раз в две недели обрабатываются дезинфицирующими растворами, разрешенными СЭС (0,5 % осветленный раствор хлорной извести; 0,5 % раствор хлорамина). Дезинфекция производится объемным методом путем наполнения емкостей дезинфицирующим раствором. После контакта 5-6 часов раствор сливают, и емкость промывается питьевой водой до содержания в промывной воде остаточной концентрации хлора 0,3-0,5 мг/л.

На площадке раскомандировки оборудованы, в соответствии с общими санитарными правилами, закрытые туалеты с выгребной ямой.

Горные работы на карьере выполняются по проекту с учетом перечня и характеристик опасных зон и участков, особо опасных работ, порядка их проведения и мероприятий по обеспечению их безопасности на ГОКе.

Ответственность за нарушение правил безопасности возлагается на руководителей и специалистов предприятия в порядке установленном законодательством.

Состав атмосферы карьера отвечает установленным нормативам по содержанию основных составных частей воздуха и вредных примесей (пыль, газы). Определение и расчет содержания пыли в воздухе производится в соответствии с планом проведения мероприятий контроля качества воздуха, санитарно-промышленной лабораторией ГОКа.

Для уменьшения выбросов в атмосферу вредных веществ источниками карьера рекомендуется следующий комплекс мероприятий.

Пылеподавление при выемочно-погрузочных работах осуществляется за счет предварительного орошения горной массы водой. Расход воды на эти цели составляет от 30 до 40 л/м с частотой полива, в зависимости от глубины работ:

- для глубины более 250 м - 2 раза в сутки;
- для глубины менее 250 м - 1 раз в сутки.

Для орошения горной массы допускается использование воды, поступающей от карьерного водоотлива и водопонижающих установок при условии согласования местными санитарными органами.

В целях предотвращения пылеобразования на отвалах и складе руды предусматриваются мероприятия по обеспыливанию их, пылеподавление при погрузочно-разгрузочных и бульдозерных работах. Пылеподавляющим материалом является универсин, который наносится на поверхность и откосы склада с помощью оросительно-вентиляционной установки. Расход универсина при обработке отвалов — 0,2 л/м, время действия — до 30 дней. Пылеподавление на отвалах можно производить орошением территории отвалов водой, аналогично орошению автодорог.

Для уменьшения влияния загазованности карьера на работников,

предусмотрены следующие мероприятия:

1. Приостановка горных работ в период неблагоприятных метеорологических условий, с подачей руды на ЗИФ с буферно-усреднительного склада, который находится на возвышенности.
2. Применение индивидуальных средств защиты.
3. Применение стационарных систем противогазо-аэрозольной защиты на экскаваторах, буровых станках, бульдозерах и машинах для перевозки людей, а так же на более современной технике установлены кондиционеры, которые обеспечивают усиленный поток воздуха и его очистку.

Основными источниками вибрации и шума являются процессы разрушения рабочим органом машины горного массива, транспортирования и пересыпки породы, перемещения машины и ее отдельных органов, а также процессы, связанные с работой вспомогательных механизмов, компрессоров, кондиционеров, сигнальных устройств и др. Шум в месте погрузки возникает при ударах падающих кусков о стенки транспортного средства.

Зарубежные горно-транспортные машины на карьере «Восточный» имеют звукоизолированные кабины, обеспечивающие бесшумную, защищенную атмосферу.

Борьба с шумом и вибрацией ведется по следующим основным направлениям.

Виброизоляция. Виброизолируемый объект может непосредственно опираться на виброизоляторы (опорный вариант) либо подвешиваться на виброизоляторах (подвесной вариант). Чтобы виброизоляторы обеспечили виброизолирующий эффект, необходимо, чтобы собственные частоты системы были в 2,5-4 и более раз ниже возбуждающей.

Стальные пружины применяют для амортизации низкочастотной вибрации от 4 до 10 Гц, они малоэффективны при частотах звукового диапазона, неустойчивы в поперечном направлении.

Амортизацию очень низких колебаний можно осуществить с помощью

торсионной или пневматической подвески. Преимущество пневматической подвески-возможность автоматической регулировки в процессе эксплуатации, недостаток — сложность в эксплуатации.

Виброизоляторы с резиновыми элементами могут работать на сдвиг (собственная частота объекта амортизации, опирающегося на резиновый элемент), кручение, растяжение, сжатие. Достоинства резиновых виброизоляторов — простота конструкции и наличие деформирующих свойств.

Вибропоглощение служит для снижения вибраций ограждений, кожухов и других элементов, изготовленных из металлических листовых материалов, в которых возникают колебания резонансного характера. С этой целью на вибрирующую поверхность наносят специальные материалы, обладающие большим внутренним трением (вибропоглощающие мастики, резина, пластины) и рассеивающие энергию колебаний. Это позволяет резко снизить амплитуды распространяющихся изгибных колебаний, особенно в резонансных режимах. Обычно вибропоглощающие покрытия наносятся в местах максимальных амплитуд вибраций. Применением вибропоглощающих покрытий достигается также значительное снижение уровня производственного шума, особенно в области высоких частот.

Так как большинство источников шума (процессы разрушения горного массива, погрузки, транспортирования, пересыпки, дробления горной массы и др.) находятся в открытом пространстве, уровни звука уменьшаются с увеличением расстояния от источника звука, частично поглощаются воздухом. При встрече звуковой волны с преградой часть ее энергии поглощается преградой, часть отражается, часть проходит через преграду.

Некоторые источники шума (кондиционеры, вентиляторы и т.п.) расположены непосредственно в кабинах управления. Их звуковые волны многократно отражаются от стен, потолка.

Защита от шума осуществляется с помощью средств звукоизоляции и звукопоглощения, виброизоляции и вибропоглощения.

Звукоизоляция. Защитное действие звукоизолирующей конструкции

состоит в том, что часть звуковой мощности отражается от специальных ограждений (кожухи, укрытия, кабины и др.). Для изоляции применяют плотные материалы, хорошо отражающие звук. Звукоизолирующие конструкции могут быть съемными, разборными с открывающимися окнами и дверцами, проемами для ввода коммуникаций, должны устанавливаться на упругие прокладки (виброизоляторы). Детали крепления прокладок (шпильки, обрешетник и др.) являются звуковыми мостиками и существенно ухудшают звукоизоляцию на средних и высоких частотах. Стенки кабины управления, кожухов при действии звукового давления могут испытывать резонансные колебания, тонкие стенки имеют собственные частоты, более низкие, чем преобладающие частоты звукового давления. Повышение жесткости конструкции путем установки ребер, способствующих повышению ее собственных частот, приводит к усилению резонанса, что снижает звукоизоляцию. Звукоизоляция одностенной преграды может быть увеличена при нанесении дополнительных слоев вибропоглощающего материала. Двух или многостенные конструкции не только изолируют внешний, воздушный шум, но и поглощают звук, излучаемый первой стенкой при ее вибрации.

Звукопоглощение производится материалами, способными поглощать звуковую мощность. Звукопоглощающие материалы применяют не только для шумоизоляции источника шума (кожухи, ограждения и др.), а и внутри кабины управления для поглощения внутреннего шума.

Способность материалов и конструкций поглощать звук оценивается коэффициентом звукопоглощения, представляющим собой отношение поглощенной звуковой энергии материалов к звуковой энергии, падающей на него.

Звукопоглощающие материалы должны быть пожаробезопасными, обладать гигиеничностью, высоким коэффициентом звукопоглощения, не меняющим свои свойства во времени.

Рациональные режимы работы. При назначении режимов работы следует учитывать их вибрационные характеристики. Для экскаваторов, где наиболее

опасными являются крутильные колебания стрелы, следует предпочитать разработку породы вертикальными стружками, так как в случае работы горизонтальными стружками увеличивается момент, скручивающий стрелу. Большие колебания в вертикальной плоскости можно снизить переходом от вертикальных к горизонтальным стружкам (за счет уменьшения величины вертикальной составляющей окружной силы). Существуют оптимальные размеры стружки, при которых вибрации являются минимальными. Разработка породы неширокими толстыми стружками уменьшает боковую силу на ковше и способствует снижению колебаний в горизонтальной плоскости.

Из индивидуальных средств защиты от вибрации следует отнести: антивибрационные кресла, виброзащитную обувь, коврики и рукавицы. Наиболее существенным мероприятием от воздействия вибрации на обслуживающий персонал буровых установок является внедрение выносных пультов управления.

Для защиты рабочих, обслуживающих оборудование, имеющее превышение октавных уровней шума, применяются индивидуальные средства защиты (противошумные наушники).

Снижение шума достигается правильной эксплуатацией машин и механизмов: своевременной и полноценной смазкой трущихся деталей (особенно зубчатых передач и редукторов), тщательной пригонкой движущихся частей механизмов. Практически весь шум от карьерных машин и механизмов гасится в пределах карьерного пространства.

Самым сильным источником шума и сейсмического воздействия, оказывающим вредное воздействие на окружающую среду вокруг карьера, являются взрывные работы. С целью уменьшения вредного воздействия взрывных работ, предусматривается применение короткозамедленного взрывания, что значительно ослабляет уровень шума и сейсмическое воздействие [7].

Настоящим проектом предусматривается вовлечение в расширение карьера дополнительных территорий. Проведение работ на этих участках

должно производиться при условии соблюдения «Лесного Кодекса Российской Федерации», «Правил пожарной безопасности в лесах Российской Федерации» и возмещении потерь лесохозяйственного производства. В соответствии с Правилами пожарной безопасности в лесах РФ, предусмотрены мероприятия по предотвращению возникновения пожаров на прилегающей к участку проведения работ территории. В пожароопасный сезон, то есть в период с момента схода снегового покрова, в лесу, до наступления дождливой осенней погоды или образование снегового покрова воспрещается:

- разводить костры в хвойных молодняках, старых горельниках, на участках повреждённого леса (ветролом, бурелом), в местах с подсохшей травой, а также под кронами деревьев;
- бросать в лесу горящие спички и т.д.;
- оставлять в лесу промасленный или пропитанный бензином материал;
- заправлять горючим в лесу топливные баки автомобилей;
- выжигание травы на лесных полянах.

После проведения лесорубных работ предусмотрена уборка оставшейся древесины и других легковоспламеняющихся материалов и вывоз их на котельную Олимпиадинского ГОКа для последующей утилизации.

В месте заправки техники предусмотрены средства пожаротушения, противопожарное оборудование, которое содержится в полной готовности к немедленному использованию.

Для ликвидации возможного пожара буровые станки, бульдозеры, экскаваторы и автосамосвалы, а также вагончики и места профилактического осмотра оборудования комплектуются огнетушителями. Кроме того, вблизи вагончиков устанавливается противопожарный щит и ящик с песком.

Для тушения пожара привлекается пожарная машина ГОКа и машины с поливки автодорог.

5.2 Экология

Технологическая схема разработки Олимпиадинского месторождения

карьерным способом основана на применении мощных экскаваторно-автомобильных комплексов и буровзрывных работ. Массовые взрывы зарядами общим весом 15 – 20 т проводятся еженедельно. Искусственное проветривание не используется. Транспортировка руды и горной массы осуществляется карьерными автосамосвалами. Переработка сульфидной руды Олимпиадинского месторождения производится на двух золотоизвлекающих фабриках — ЗИФ-2 и ЗИФ-3.

При обогащении золотосодержащей руды используется гравитационно-флотационная технология с последующим биоокислением флотоконцентрата и сорбционным выщелачиванием биокеков. Хвосты флотации складированы в хвостохранилищах. В них сбрасываются также карьерные и ливневые воды в объеме не более 1 тыс. м³/ч, которые проходят предварительную очистку и хранятся в накопительном пруду. Производственная деятельность предприятий, сконцентрированных на ограниченной территории в радиусе 8 км, оказывает негативное воздействие на окружающую среду. В первую очередь это связано с механическим разрушением почвенного и растительного покровов при строительстве инфраструктуры предприятий и развитии горных работ на карьерах. Во-вторых, с размещением на поверхности как значительных объемов вскрышных пород (около 10 тыс. т на 1 т золота), так и хвостов обогащения. Практически это неопасные отходы (нетоксичные и слаботоксичные IV и V класса опасности). Более токсичные вещества I — III класса опасности (ртутьсодержащие отходы, отработанные технические масла и прочие нефтепродукты) вывозятся и утилизируются сторонними специализированными организациями. В качестве положительного фактора следует отметить, что наиболее опасное по экологическим требованиям химическое производство — аффинаж золота — осуществляется за пределами промлощадки, на заводе цветных металлов в Красноярске.

В 2010 г. на Олимпиадинском ГОКе внедрена система управления экологическими рисками в соответствии с требованиями международного стандарта. Почвенный покров района размещения ГОКа имеет мозаичный вид

и включает буротаежные, подзольные иллювиально-гумусовые и дерново-карбонатные почвы. Они слабо подвергаются эрозии, отличаются большим потенциалом самоочищения от минеральных загрязняющих веществ и характеризуются достаточно высокой эмиссией CO₂ — от 900 до 1500 кг/га/вегетационный период. Лесистость территории высокая и составляет более 67 – 81 % с преобладанием хвойных видов. Годичная продукция фитомассы 8 – 11 т/га. Все перечисленные природные факторы позволяют предварительно оценивать экологическую ситуацию района размещения ГОКа как благоприятную [15].

Территория размещения Олимпиадинского ГОКа имеет высокий природный потенциал и способна восстановить растительный покров при условии ликвидации механически нарушенных земель. Основной техногенной нагрузкой на окружающую среду территории размещения карьеров является механическое разрушение почвенного покрова и растительности, которое постоянно возрастает по мере отработки месторождения. Это связано со спецификой геотехнологии, предусматривающей динамичное развитие и углубление горных работ в карьере с одновременным увеличением площади отвалов горных пород и хвостохранилищ.

Техногенная нагрузка, связанная с химическим загрязнением атмосферы, наоборот, уменьшается с ростом глубины карьера, что объясняется отсутствием искусственного проветривания карьеров. В данном случае при определенной глубине карьеров газообразные вещества подавляются и оседают в пределах его пространства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломной работе представлено решение актуальной научной задачи установления связи между геолого-структурными особенностями карьера «Восточный» Олимпиадинского месторождения и взрываемостью слагающих его пород для инженерно-геологического сопровождения и проектирования буровзрывных работ при разработке данного месторождения открытым способом.

Основные выводы:

1. Разработана и апробирована в условиях Олимпиадинского месторождения методика натурного изучения блочности пород в массиве и оценки кусковатости в развале взорванной горной массы с использованием беспилотных летательных аппаратов.
2. На представительном фактическом материале (552 512 измерений по 12 петрографическим типам пород) в пределах карьера поля рудника «Восточный» установлено логнормальное распределение отдельностей различного размера в породном массиве. Средний размер отдельности составляет 0,85м, коэффициент его вариации 41,77.
3. С увеличением глубины в диапазоне от 730м до 230м средний размер отдельности пород (без разделения на петрографические типы) закономерно увеличивается.
4. В породном массиве карьерного поля явно преобладают крупноблочные породы III категории (65%), представленные преимущественно слюдисто-кварц карбонатными породами, алевро-сланцами кварц-слюдистыми углеродсодержащими и кварц-биотитовыми сланцами. За ними следуют

среднеблочные породы II категории (19%), среди которых преобладают кварц-биотитовые сланцы, алевро-сланцы кварц-слюдистые углеродсодержащие и углеродистые кварц-слюдистые сланцы аргилизованные. Весьма крупноблочные породы IV категории (14%) и исключительно крупноблочные V категории (2%) представлены преимущественно слюдисто-кварц карбонатными породами, кварц-слюдисто-карбонатными метасоматитами (руда первичная) и динамосланцами кварц-слюдистыми, углеродистыми.

5. Все петрографические типы пород Олимпиадинского золоторудного месторождения в пределах карьера «Восточный» глубже зоны интенсивной гипергенной дезинтеграции обладают высокой крепостью по шкале М.М. Протодяконова. При этом выделяется две группы пород по категориям крепости: крепкие – кварц-биотитовые сланцы ($f=9$) и очень крепкие – породы и руды ($f=10-13,5$).
6. Установлено наличие связи между категориями блочности и прочностью (крепостью) пород в пределах их одного петрографического типа, выраженной тенденцией к увеличению прочности пород от II к V категории блочности, особенно контрастно проявленной между соседними II и III категориями. С учетом этой связи предложены значения прочности пород различных категорий блочности одного петрографического типа для предварительной оценки удельного расхода ВВ в классификации пород по категориям взрываемости.
7. На основе результатов выполненных исследований усовершенствована действующая классификация горных пород Олимпиадинского золоторудного месторождения в пределах карьера «Восточный» по категориям взрываемости:

дополнительно введены категории блочности, не учтенные в действующей классификации; существенно (с 1 до 3) расширен перечень петрографических типов пород 6-й категории взрываемости; по всем категориям блочности пород приведены средние значения коэффициента крепости для расчета удельного расхода ВВ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

I Монографии, коллективные работы, сборники научных трудов:

1. Абрамов Н.Р. Руководство по охране труда. – М., 2005
2. Бычков Г.В. Влияние буровзрывных работ на массив природных облицовочных камней [Текст]/ Г.В. Бычков, А.А. Чупахин, И.С. Барышев. – «Горный журнал», 2001, №3, с.42-45.
3. Волобуев М.И., Струнников Н.И., Зыков С.И. Ранний докембрий Енисейского кряжа (сборник научных трудов)/Новосибирск: СНИИГиМС, 1986. – 4-12с.
4. Воробьев В.Д. Влияние анизотропии гранитов на выбор параметров сетки скважинных зарядов ВВ и качество дробления горной массы [Текст]/ В.Д. Воробьев, И.Л. Кратковский, Б.Н. Мяделец. – «Горный журнал», 1977, №4, с.46-48.
5. Временная классификация горных пород по степени трещиноватости в массиве. Межведомственная комиссия по взрывному делу. Информ. вып. В-199. -М.: ИГД, 1968. -30с.
6. Генкин А.Д., Лопатин В.А., Савельев Р.А. и др. Золотые руды месторождения Олимпиада (Енисейский кряж, Сибирь) // Геология рудных месторождений, 1994. Т.36. № 2. с.111-136.
7. Гончаров С.А. Разрушение горных пород, пути повышения его эффективности [Текст]/ С.А. Гончаров. – «Горный журнал», 1996, № 5, с.9-12.
8. Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом.- С-П., 2003.
9. Золото России/Под ред. В.В. Рудакова. – М.: ОАО «Экос», 2002. – с. 107-109.
10. Клевцов И.В. Схемы взрывания на карьерах и качество дробления

горной массы [Текст]/ И.В. Клевцов, П.И. Федоренко. – Киев: Техника, 1981. – 104с.

11. Ли Л.В. Олимпиадинское месторождение вкрапленных золото-сульфидных руд. – Красноярск: КНИИГиМС, 2003. – 120с.

12. Новожилов Ю.И., Гаврилов А.М., Яблокова С.В., Арефьева В.И. Уникальное промышленное золото-сульфидное месторождение Олимпиада в верхнепротерозойских терригенных отложениях // Руды и металлы. — 2014. № 3. — С. 47–64.

13. Певзнер М.Е., Костовецкий В.П. Экология горного производства. М.: Недра, 1990.

14. Ракишев Б.Р. Прогнозирование технологических параметров взорванных пород на карьерах [Текст]/ Б.Р. Ракишев. - Алма-Ата: Наука, 1983. – 240с.

15. Россман Г.И., Петрова Н.В., Самсонов Б.Г. Экологическая оценка рудных месторождений (методические рекомендации). «Минеральное сырье», № 9. – М.: ВИМС, 2000. 150 с.

16. Рубцов В.К. Изучение структурных особенностей массива горных пород применительно к взрывным работам [Текст]/ В.К. Рубцов. – В кн.: Взрывное дело, № 53/10. – М.: Недра, 1963, с.31-36.

17. Савичев А.А., Гавриленко В.В. Золото-сульфидное оруденение Северо-Енисейского района (Сибирь) и условия его образования // Записки Всероссийского Минералогического общества. 2003. № 2. С. 15-32.

18. Сборник временных сметных норм на геологоразведочные работы. ЦРГЦ, МПР РФ. - М., 2006

19. Стороженко А.Г. и др. Отчет по составлению геологической карты, карты полезных ископаемых с элементами прогноза масштаба 1:50000 и комплекса геофизических карт на Олимпиадинскую площадь. Красноярск. 1997.

20. Симкин Б.А., Кутузов Б.Н., Буткин В.Д. Справочник по бурению на карьерах / М.: Недра, 1990. 224с.

21. Синюгина Е.Я. К вопросу о связи аллювиальных россыпей с коренными источниками (на примере Южно-Енисейского золотоносного района) // Геология россыпей. М.: Наука, 1965. с. 199-206.

22. Совмен В.К., Страгис Ю.М., Плеханов А.А. и др. Геологическое строение золоторудных месторождений и опыт геологического обслуживания сырьевой базы Компании «Полюс» в Красноярском крае//Новосибирск: Наука, 2009. – 208с.

23. Совмен В.К., Гуськов В.Н., Белый А.В., Савушкина С.И. и др. Переработка золотоносных руд с применением бактериального окисления в условиях крайнего севера//Новосибирск: Наука, 2007. с. 8-31.

24. Ямщиков В.С. Волновые процессы в массиве горных пород [Текст]/ В.С. Ямщиков. - М.: Недра, 1984. – 271с.

II Фондовые материалы:

25. Отчет о НТУ по теме 1.2.1. «Совершенствование комплекса буровзрывных работ на карьерах Олимпиадинского и Благодатнинского ГОК, обеспечивающее повышение эффективности и экономичности их ведения» (Промежуточный) / Колл. авторов – фонды ЗАО«Полюс», Красноярск, 2013.

26. Отчет о НТУ по теме «Исследования физико-механических свойств руды и пород месторождения Олимпиада – глубокие горизонты» / Колл. авторов – фонды АО «Полюс», Красноярск, 2011 г.

27. Технический отчет об инженерных изысканиях [Текст]. – Красноярск, ООО «Эвенкийская буровая компания», 2004.

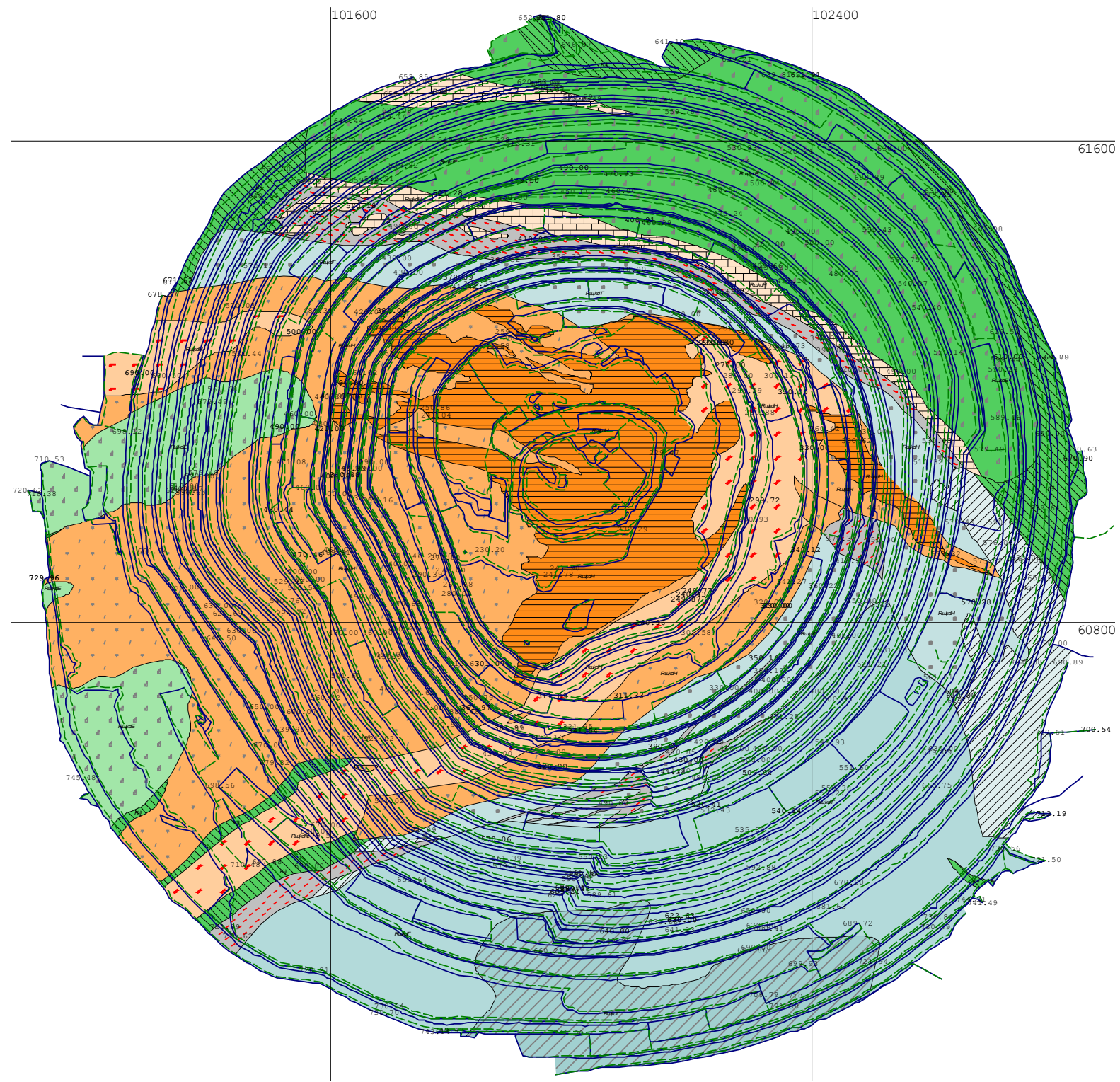
28. Отчет с подсчетом запасов первичных руд Олимпиадинского золоторудного месторождения по состоянию на 01.07.93 г. [Текст] – Тез: Красноярскгеология Северная экспедиция, 1993.

29. Детальная разведка Олимпиадинского золоторудного месторождения. Отчет с подсчетом запасов на 01.06.85 г. [Текст] – Тез: Красноярскгеология Северная экспедиция, 1985 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Геологическая карта карьера «Восточный»

М 1:8000

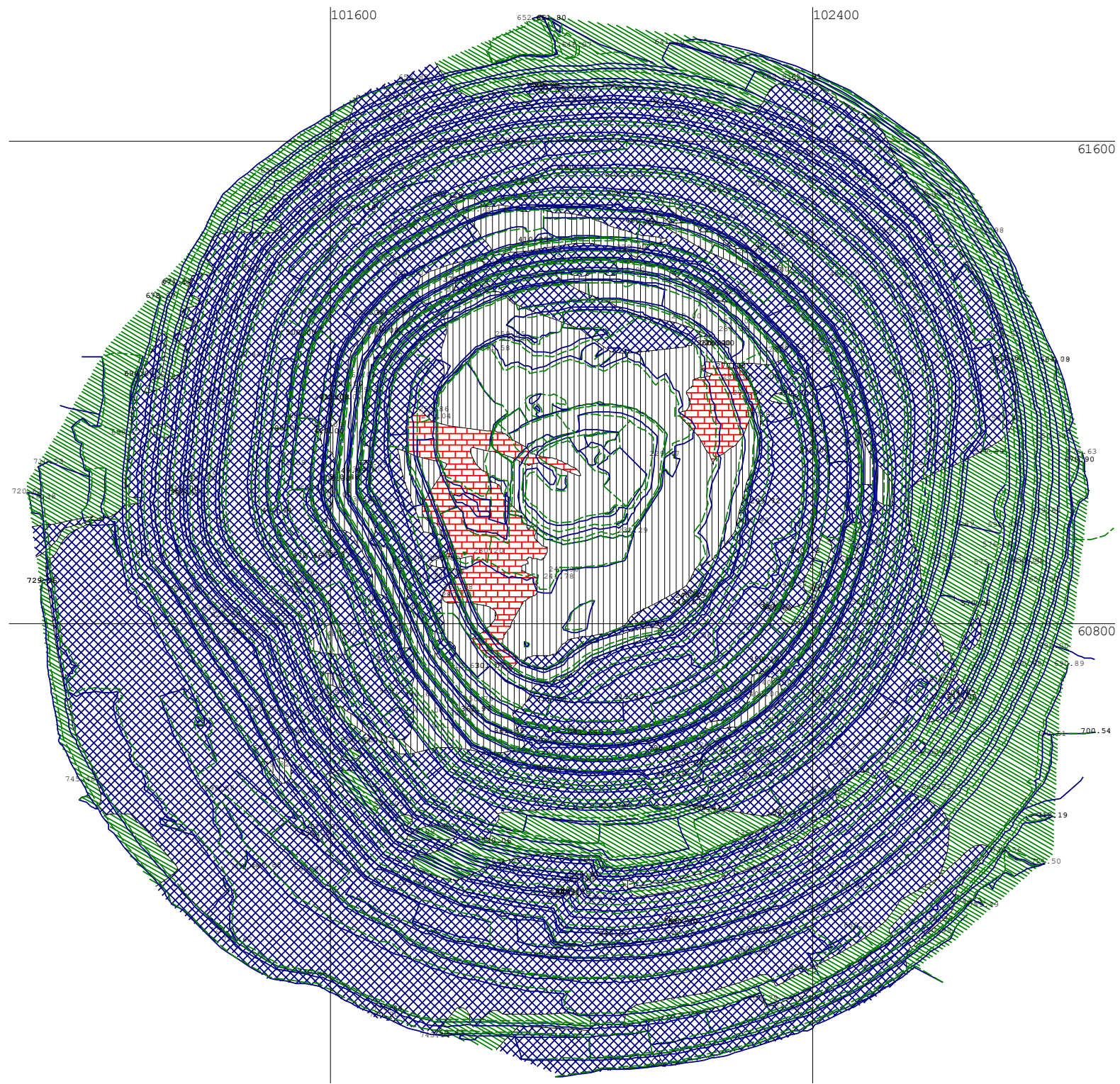
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Карта блочности карьера «Восточный»

М 1:8000

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ



—— Граница категорий

Категории блочности: (размер блока, м)

