Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий
институт

Технологии и техники разведки
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.В. Нескоромных
подпись инициалы, фамилия
« 23 » июня 2016 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Направление /специальность 21.05.03 «Технология геологической разведки»
специализация 21.05.03.00.03 «Технологии и техники разведки месторождений полезных ископаемых»
код и наименование специальности

Технология и техника геологической разведки глубоких горизонтов золоторудного месторождения „Благодатное"
тема

Пояснительная записка

Руководитель _____ зав. каф. В.В. Нескоромных
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ 23.06.2016 А.С. Авдеев
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Институт горного дела, геологии и геотехнологий
институт
Кафедра технологии и техники разведки
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.В. Нескоромных
подпись инициалы, фамилия
« 25 » июня 2016 г.

Дипломный проект
наименование ВКР (МД, ДП, ДР, БР)

_____
наименование темы

Направление /специальность 21.05.03 «Технология геологической разведки» специализация 21.05.03.00.03 «Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых»
код и наименование специальности (специализации), направления

Научный руководитель/
руководитель _____ зав. каф. В.В. Нескоромных
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ 23.06.2016 А.С. Авдонцев
подпись, дата инициалы, фамилия

Рецензент _____ _____ _____
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____ 25.06.2016 В.В. Нескоромных
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2016

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт горного дела, геологии и геотехнологий
институт

Кафедра Технологии и техники разведки
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ В.В. Нескоромных
подпись инициалы, фамилия
« 23 » июня 2016 г

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме дипломного проекта
бакалаврской работы, дипломного проекта, дипломной работы, магистерской диссертации

Продолжение титульного листа МД/ДП/ ДР/БР по теме _____

_____

_____

Консультанты по разделам:

Геолого-методическая часть	02.06.16	Мильман В.З.
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия
Производственная часть	06.06.2016	В.В. Нескоромных
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия
Охрана труда и природы	16.06.16	
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия
Специальная часть	16.06.16	В.В. Нескоромных
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия
Экономическая часть	22.06.16г.	С.Ф. Богдановская
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия
наименование раздела	подпись, дата	инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____ В.В. Нескоромных

подпись, дата 20.06.2016 инициалы, фамилия

Студенту Аввакумову Александру Сергеевичу
фамилия, имя, отчество

Группа ГГ-11-01 Направление (специальность) 21.05.03 «Технология геологической разведки» специализация 21.05.03.00.03 «Технология и техника разведки месторождений полезных ископаемых
наименование

Тема выпускной квалификационной работы Технология и техника геологической разведки глубоких горизонтов золоторудного месторождения „Благодатное"

Утверждена приказом по университету № _____ от _____

Руководитель ВКР В.В. Нескоромных зав. каф ТТР д.т.н.
инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР _____

Перечень разделов ВКР _____

Перечень графического материала _____

Руководитель ВКР _____ В.В. Нескоромных
подпись инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению _____ А.С. Аввакумов
подпись, инициалы и фамилия студента

« ___ » _____ 2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ..... 3
1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ..... 7
1.1. Географо-экономическая характеристика района..... 7
1.2. Обзор, анализ и оценка ранее проведенных работ..... 10
1.3. Геологическая характеристика района и месторождения..... 11
1.4. Методика и объемы проектируемых работ..... 32
1.5. Подсчет ожидаемых запасов..... 47
2. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ..... 48
2.1. Сооружение скважин..... 48
2.2. Выбор способов бурения и конструкции скважины..... 50
2.3. Выбор бурового и вспомогательного оборудования..... 54
2.4. Технология бурения..... 56
2.5. Техника и технология направленного бурения..... 60
2.6. Тампонирование скважин..... 60
2.7. Поверочные расчеты..... 61
2.8. Выбор бурового оборудования..... 62
2.9. Ликвидационный тампонаж..... 66
3. ОХРАНА ТРУДА И ПРИРОДЫ. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.... 67
3.1. Мероприятия по технике безопасности, промсанитарии и противопожарной технике..... 67
3.2. Охрана труда и охрана природы..... 69
4. СПЕЦИАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ..... 75
4.1. Введение..... 75
4.2. Цели и задачи..... 76
4.3. Анализ теоретических исследований механики движения бурильной колонны..... 77
4.4. Методика определения характера бурильных труб КСМ..... 80
4.5. Производственные испытания КСМ..... 81
4.6. Результаты изучения работы КСМ..... 88
4.7. Расчет значений величин эксцентриситета..... 90
4.8. Экономическая эффективность..... 94

4.9. Заключение..... 97
5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ..... 98
5.1. Подготовительный период и проектирование..... 98
5.2. Полевые работы..... 99
СМЕТНАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ..... 113
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТ..... 124
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ..... 125

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА, ГЕОЛОГИИ И ГЕОТЕХНОЛОГИЙ.

Кафедра ТиТР

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ТиТР

_____Нескоромных В.В.

«___»_____2016 г.

Отрасль:	Твердые полезные ископаемые и подземные воды
Полезное ископаемое:	Рудное золото
Наименование объекта:	Разведочные работы на глубоких горизонтах месторождения Благодатное
Местоположение объекта:	Красноярский край, Северо-Енисейский район

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на выполнение работ по объекту:

«Разведочные работы на глубоких горизонтах месторождения Благодатное»

1. Целевое назначение работ, пространственные границы объекта, основные оценочные параметры.

1.1. Целевое назначение работ

Целевым назначением работ является разведка запасов золота глубоких горизонтов второй (южной) рудной зоны месторождения с подсчетом запасов по категориям $C_1 + C_2$, оценка их промышленной значимости и условий разработки.

1.2. Пространственные границы объекта

Объект изучения расположен в Северо-Енисейском районе Красноярского края, в 36 км на юго-запад от п.г.т. Северо-Енисейский, в пределах листа Р-46-XXXIII и имеет статус горного отвода. Границы участка в плане ограничены угловыми точками с географическими координатами:

Угловые точки участка недр	Северная широта			Восточная долгота		
	градусы	минуты	секунды	градусы	минуты	секунды
1	60	04	20	92	55	50
2	60	02	50	92	58	55
3	60	02	20	92	58	00
4	60	03	50	92	54	55

Площадь участка в указанных границах составляет 5,0 км^2.

Нижняя граница горного отвода определяется глубиной распространения золотого оруденения - до 1000 м ниже дневной поверхности.

1.3. Основные оценочные параметры

Основными оценочными параметрами являются: бортовое содержание в пробе, минимальная мощность рудного тела, максимальная мощность прослоев пустых пород или некондиционных руд, включаемых в подсчет запасов.

2. Геологические задачи, последовательность и основные методы их решения

2.1. Геологические задачи:

- составление, государственная экспертиза и утверждение проектно-сметной документации на разведочные работы в установленном порядке;

- изучение морфологии, вещественного состава и условий залегания предполагаемых рудных тел, определение масштабов распространения оруденения на глубину, количественная оценка запасов золота по категориям $C_1 + C_2$;

- изучение качественных характеристик руд и их технологических свойств;

- изучение гидрогеологических и горнотехнических условий отработки месторождения;

- разработка и утверждение ТЭО разведочных кондиций;

- составление отчета с подсчетом запасов и представление его на государственную экспертизу.

2.2. Последовательность решения геологических задач:

При реализации проекта предусматривается поэтапное проведение буровых работ.

Первоочередные скважины проходятся в створе разведочных линий, где по данным предшествующих работ рудная зона имеет наибольшую продуктивность (РЛ-11 - РЛ-14), с последовательным перемещением к флангам рудной зоны через 100-200м.

Дальнейшее прослеживание рудной зоны на глубину и по простиранию с созданием разведочной сети 100×100 м для запасов категории C_1, выполняются во вторую очередь, с учетом полученных результатов по скважинам первой очереди.

Бурение скважин сопровождается проведением ГИС, документацией керна, топографо-геодезическими, опробовательскими, аналитическими работами и технологическими исследованиями.

На заключительном этапе выполняется бурение инженерно-геологических и гидрогеологических скважин с проведением инженерно-геологических исследований и опытно-фильтрационных работ.

Камеральная обработка материалов выполняется в течении всего периода работ, на заключительном этапе проводится составление проекта ТЭО кондиций и окончательного отчета с подсчетом запасов золота категории $C_1 + C_2$ и оценкой прогнозных ресурсов P_1.

2.3. Методы решения геологических задач:

- колонковое бурение (разведочные, гидрогеологические, инженерно-геологические скважины);

- геофизические исследования в скважинах;

- опробовательские, лабораторные и камеральные работы;

- топографо-геодезические работы;

- инженерно-геологические и гидрогеологические исследования;

- исследования технологических свойств руд;

- составление ТЭО и отчета с подсчетом запасов.

3. Ожидаемые результаты и сроки выполнения работ.

3.1. В результате работ будут разведаны и поставлены на государственный баланс запасы золота категории $C_1 + C_2$ в количестве не менее 90 тонн.

3.2. Результаты работ представляются в геологическом отчете, составленном в соответствии с ГОСТ Р 53579-2009 "Отчет о геологическом изучении недр" на бумажных и магнитных носителях.

3.3. отчет с подсчетом запасов, включая обоснование постоянных разведочных кондиций, представляются на государственную экспертизу.

3.4. Сроки выполнения работ:

Начало: 01.03.2017

Окончание: 30.04.2018

Руководитель проекта Нескоромных В.В.

1. ГЕОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Географо-экономическая характеристика района

1.1.1. Административное положение района.

Объект работ - месторождение Благодатное, расположен в Северо-Енисейском районе Красноярского в 21 км на север от Олимпиадинского месторождения и в 36 км на юго-запад от п.г.т. Северо-Енисейский (Рис.1.1.).

В п.г.т. Северо-Енисейский, являющимся районном центром, сосредоточены учреждения местного самоуправления, руководство хозяйственных и промышленных предприятий, имеется почта, телеграф, аэропорт.

Численность населения района по переписи 2002 г. составляла 17,2 тыс. человек, но в настоящее время имеет устойчивую тенденцию к уменьшению.

Транспортные пути в районе развиты слабо. Имеются улучшенные грунтовые дороги от п.г.т. Северо-Енисейский до пос. Брянка (172 км) и до пос. Еруда (81 км), по которым осуществляются основные грузоперевозки. До г. Енисейска от пос. Брянка идёт грунтовая дорога (135 км) с паромной переправой в пос. Епишино. От г. Енисейска до г. Красноярска проложено шоссе II класса (350 км).

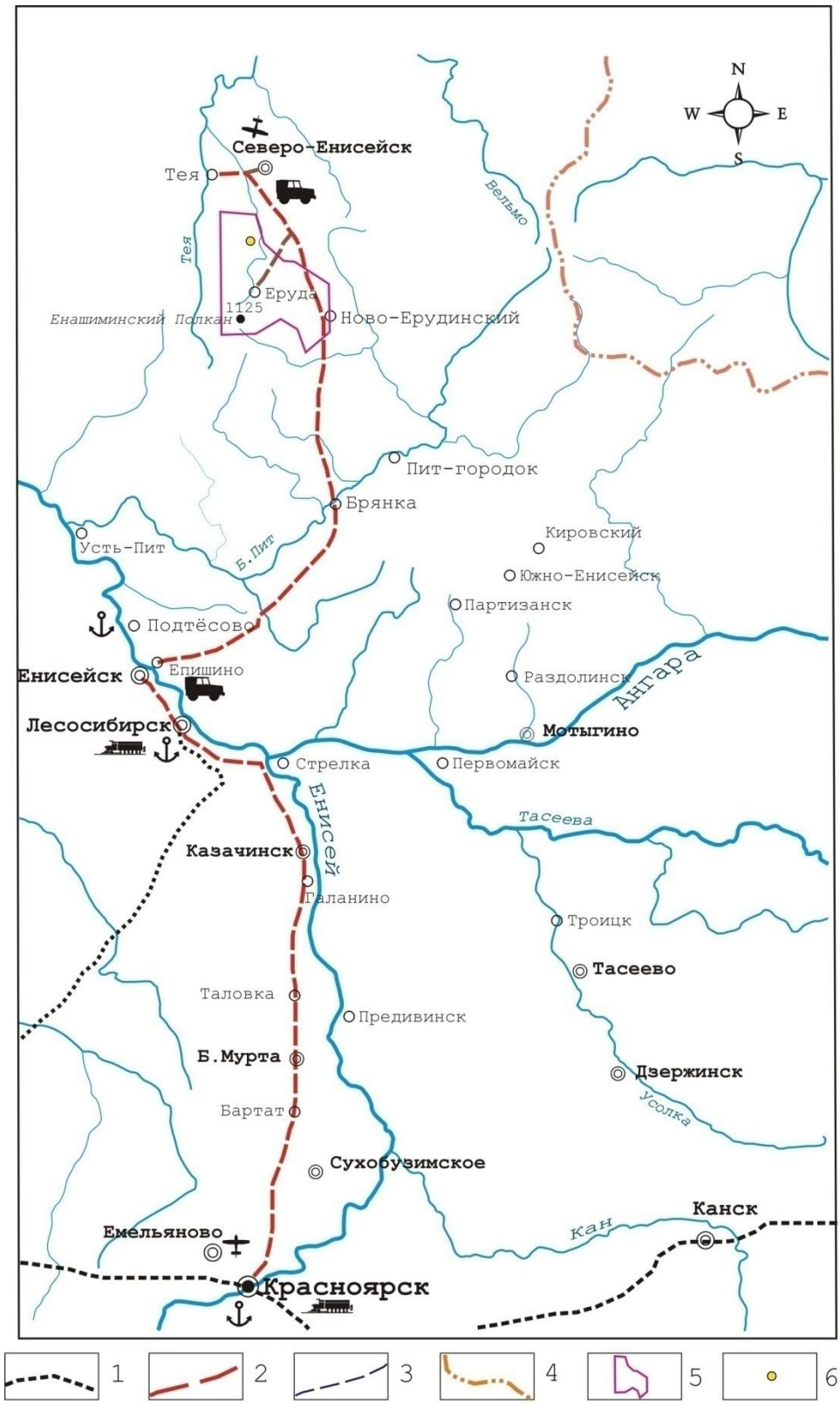
Ближайшая железнодорожная станция расположена в г. Лесосибирске.

В п.г.т Северо-Енисейский имеется аэропорт, принимающий самолеты типа АН-24 и ATR-42-500. Регулярные авиарейсы выполняются 2 раза в неделю до г. Красноярска.

Перевозка технических грузов, ГСМ и угля осуществляется, кроме того, речным транспортом в весеннюю навигацию (конец мая) из г. Красноярска до пос. Брянка по р. Большой Пит, до пос. Вельмо по р. Подкаменной Тунгуске, и пос. Назимово по р. Енисей. От пос. Еруда (Олимпиадинское месторождение) проложен зимник до пристани Назимово протяженностью 145 км.

Основным источником энергоснабжения является ЛЭП-110 от Назаровской ГРЭС.

Обзорная карта работ представлена в рисунке 1.1



1 - железные дороги; 2 - автомобильные дороги; 3 - зимники; 4 - граница Красноярского края и Эвенкии; 5 - контур Олимпиадинской площади; 6 - месторождение Благодатное

Рис. 1.1 Обзорная карта района работ
Масштаб 1 : 2 500 000

1.1.2. Географическая характеристика района.

Рельеф района низко-среднегорный, с плоскими или округлыми водоразделами и глубоко врезанными тальвегами долин. Абсолютные отметки водоразделов находятся в пределах 400-750 м, достигая в верховьях реки Енашимо (гора Енашиминский Полкан) – 1125 м. Относительные превышения долин рек и ручьев достигают 250-300 м.

Главной водной артерией района работ являются река Енашимо, принадлежащая бассейну р. Тея. В нее, на площади работ, впадают справа ручьи Викторовский и Благодатный. Паводок на реке Енашимо обычно наступает в конце мая - середине июня, межень приходится на июль-август.

Климат района резко континентальный с продолжительной холодной зимой (до –55°С) и коротким летом (до + 35°С). Среднегодовая температура варьирует в разные годы от -1,8^{o} до -6,0^{o}. Снег ложится в начале октября и растаивает в конце мая - начале июня. Мощность снежного покрова достигает свыше 1 м. Глубина сезонного промерзания грунта составляет 0,5-2,0 м. Многолетняя мерзлота встречается лишь в заболоченных долинах с мощным моховым покровом. Среднегодовое количество осадков составляет 1080 мм.

В районе работ развиты преимущественно горно-подзолистые, дерново-подзолистые и таежные дерново-глеевые почвы. В пойме реки Енашимо распространены заболоченные и лугово-болотные почвы. Подавляющее большинство почв бедные по эффективному плодородию. В районе работ почвы в сельском хозяйстве не используются.

Территория района относится к монотаежной зоне среднесибирской природной области, где распространены темнохвойные елово-пихтовые леса. Однако в современном растительном покрове доминируют вторичные березово-осиновые леса, вытесняющие темнохвойные леса после пожаров и сплошных рубок. В подросте хорошо возобновляется пихта, ель, кедр. В травяном покрове господствует мителла голая, майник листный, имеются участки лишайниково- чернично- брусничных боров и разнотравья.

Так как на территории проектируемых работ ведется разработка месторождения Благодатного открытым способом с шумовой нагрузкой от производства работ, крупные млекопитающие практически не встречаются.

Обнаженность района плохая. Относительно хорошо обнажены (5-10% площади) лишь склоны наиболее крупных водотоков и, в меньшей степени, водоразделы.

Район работ не сейсмичен.

По степени сложности геологического строения территория района относится к 5 категории.

Дешифрируемость аэрофотоснимком плохая, ввиду высокой степени залесённости территории и слабой её обнаженности.

1.1.3. Экономическая характеристика района.

Основой экономики Северо-Енисейского района является золотодобывающая промышленность. В настоящее время эксплуатируется четыре золоторудных месторождения: Олимпиадинское, Титимухта, Благодатное и Эльдорадо. Первые три месторождения отрабатываются ЗАО «Полюс» открытым способом – карьерами. Переработка добытой руды ведется на четырех фабриках (ЗИФ-1,2,3,4) с общей годовой производительностью 16,4 млн. тонн руды. ЗИФ-1 (2,4 млн.т) перерабатывает руды месторождения Титимухта ,на ЗИФ-2 (3 млн.т) и ЗИФ-3 (5 млн.т) подаются в переработку сульфидные руды Олимпиадинского месторождения, ЗИФ-4 (6 млн.т) перерабатывает руду месторождения Благодатного. ООО «Полюс Проект» в 2012 г. разработал проект «Горнодобывающее и перерабатывающее предприятие на базе месторождения Благодатное. Расширение до 8 млн.т руды в год». Проект в настоящее время проходит все необходимые согласования и экспертизы.

Месторождение Эльдорадо отрабатывается открытым способом ООО «Соврудник». Руда с месторождения автотранспортом поставляется в переработку на Советскую ЗИФ, расположенную в п.г.т. Северо-Енисейский. Годовая производительность Советской ЗИФ составляет 850 тысяч тонн руды.

В районе работают 8 драг ООО «Дражный флот» и ряд мелких старательских артелей («Фарт», «Ритм»), отрабатывающих россыпные месторождения.

1.2. Обзор, анализ и оценка ранее проведенных работ

Благодатное золотое рудопроявление было выявлено в 1966-67 гг. геологами Северной ГРЭ Красноярского ГУ при проведении в бассейне ручья Благодатного металлометрической съемки по вторичным ореолам рассеяния. Поисковые работы были продолжены Северной ГРЭ в 1973-76 гг. По их результатам подсчитаны ресурсы по трем рудным телам на глубину 300 м в количестве 36,6 тонн золота и даны рекомендации на продолжение поисковых работ (рис. 2.2).

Промышленная оценка рудопроявления Благодатного проведена в 2000-2004 гг. ГРП ЗАО «Полюс» в рамках проекта «Поиски и оценка рудного золота на Олимпиадинской площади. Минерализованная зона была разведана с поверхности траншеями и картировочными скважинами, на глубину наклонными колонковыми скважинами. Траншеи, картировочные и оценочные скважины расположены вкрест простирания зоны, угол наклона скважин составлял 68-78° к горизонту. Горными выработками вскрыты выхода рудных тел на поверхность через 50 и 100 м в нагорной (северо-западной) части месторождения и частично в юго-восточной части. В долинной части месторождения пройдены картировочные скважины с шагом

5м для уточнения мощности выходов рудных тел под аллювиально-делювиальными отложениями. Разведочная сеть глубоких колонковых скважин составляла от 100-50 х 40-60 (северо-запад) до 200 х 50-60 м (юго-восток).

По результатам оценочных работ ОАО «Красноярская горно-геологическая компания» разработала ТЭО кондиций по месторождению Благодатное, которые были утверждены ГКЗ Роснедра (протокол №1081 от 23.09.2005 г.).

Месторождение Благодатное было признано крупным по масштабам, по степени изученности – разведанным и подготовленным к промышленной отработке.

Вместе с тем, недропользователю было рекомендовано разведать глубокие горизонты участка между первой и второй рудных зон по категории C_1, провести гидрогеологические исследования с целью уточнения условий строительства карьера.

Согласно этим рекомендациям в период с 2006 г. по 2008 г. на месторождении ЗАО «Полюс» силами ГРП проводит разведочные работы. Разведка месторождения проведена вертикальными параллельными сечениями по разведочным линиям, расположенным вкрест простирания рудных зон. Расстояние между разведочными линиями центральной части северо-западного фланга месторождения составляет 50 м, на флангах – 90-100 м. Расстояние между скважинами в линиях колеблется от 60-50 м до 30-25 м. Основное расстояние юго-восточной части месторождения между линиями составляет 100 м, расстояние между скважинами в линиях равно 60-50 м. Стабильная разведочная сеть, рекомендованная для категории C_1, достигает на первом рудном теле горизонта +250 м, на втором рудном теле до горизонта +50 м.

По результатам разведки 2006-2008 гг. был составлен отчет с подсчетом запасов по состоянию на 01.01.2008 г. с утверждением запасов в ТКЗ Красноярскнедра (протокол № 698 от 12.09.2008 г.).

1.3. Геологическая характеристика района и месторождения

1.3.1. Краткая геологическая характеристика района

1.3.1.1. Стратиграфия

Район сложен интенсивно метаморфизованными и дислоцированными отложениями тейской серии нижнего протерозоя и сухопитской серии верхнего протерозоя.

Тейская серия представлена карбонатсодержащими породами рязановской свиты, сухопитская серия – метатерригенными образованиями кординской свиты. Ограниченным распространением на площади

пользуются гранитогнейсы гаревского комплекса и лейкократовые граниты татарско-аяхтинского комплекса.

Характерной особенностью рязановской свиты является наличие карбонатсодержащих пород в ее составе. В районе месторождения Благодатного рязановская свита представлена карбонатно-слюдяными сланцами, известково-силикатными породами (роговиками, кальцифирами), мраморами, амфиболитами.

Образования кординской свиты (нижняя и в меньшей степени средняя пачки) являются рудовмещающими. В составе кординской свиты выделены три пачки:

- нижняя пачка (R_1kd_1)- ставролит-слюдяные сланцы;

- средняя пачка (R_1kd_2) - ритмично-слоистые сланцы, кварцитосланцы, кварциты и кварц-полевошпатовые породы;

- верхняя пачка (R_1kd_3) - метаалевролиты, метаалевропелиты, метапесчаники, кварцитовидные сланцы.

1.3.1.2. Магматизм

Ближайшими интрузивными телами (в 1-1,2 км к северо-востоку) от рудоносной минерализованной зоны месторождения Благодатного являются небольшие эллипсовидные штоки гранитов Татарско-Аяхтинского комплекса в правом борту долины руч. Рождественского среди отложений рязановской свиты.

Редкие и мелкие обломки грейзенизированного гранит-порфира обнаружены в 250 м к северо-востоку от тальвега долины руч. Благодатного, в пределах верхней пачки кординской свиты. По внешнему виду гранит-порфир имеет розовато-светло-серую окраску, пятнисто-полосчатую текстуру, обусловленную распределением турмалина и разнозернистых кварц-полевошпатовых агрегатов, составляющих основу породы. Структура породы неравномернозернистая с порфировыми выделениями до 0,5 см микроклина, плагиоклаза и кварца.

1.3.1.3. Тектоника

Площадь района работ расположена в пределах Татарского глубинного разлома, окаймляющего с запада ядро Панимбинского антиклинория. По мнению геологов ФГУГП «Красноярскгеолсъемка» (1999-2003 гг.), фрагмент купольной структуры Панимбинского антиклинория на территории района осложнен серией крупных надвигов.

Структурная позиция карьерного поля определяется наличием зоны надвига северо-западного простирания. Наиболее крупными элементами зоны надвига являются Благодатное и Викторовское нарушения, а также

тектоническая зона более низкого порядка перед фронтом Благодатного нарушения, в которой дислоцирована рудовмещающая минерализованная зона. Надвигание пород происходило в юго-западном направлении.

Тектоническая зона, к которой приурочена минерализованная зона карьерного поля Благодатного месторождения, имеет протяженность до 4-4,5 км и среднюю мощность 120-140 м, при значительном диапазоне колебаний мощности – от 45 до 280 м. Падение зоны северо-восточное, в районе РЛ-27 45-50°, к юго-востоку становится круче и в районе РЛ-12 достигает 70-75°.

Контуры минерализованной зоны практически повторяют контур тектонической зоны.

Генеральный дизъюнктив является взбросо-сдвигом и имеет криволинейную траекторию. Преобладающее его простирание соответствует азимуту 315-320°, что наиболее явно выражено на флангах рудных зон. В центральной части каждой из зон взбросо-сдвиг несколько меняет свое простирание (до 300°), осложняясь более мелкими разломами и системами трещин отрыва. Скольжение по такой криволинейной траектории провоцирует раскрытие исходно непроницаемых структур, что обеспечивает максимальное концентрирование золота. Это выражается как в расширении самой минерализованной зоны (и рудных тел) так и в значительном росте среднего содержания. Наиболее выразительно этот эффект проявляется в южной рудной зоне.

1.3.1.4. Полезные ископаемые

На площади района известны месторождения, проявления и пункты минерализации рудного и россыпного золота, лития, бериллия, огнеупорного и керамического сырья, строительного камня (гранитов).

Золото. На площади известны россыпные и коренные месторождения и проявления золота (месторождение Благодатное, проявление Борзецовское), а также пункты гидротермальной минерализации золото-кварцевой формации.

Месторождение Благодатное приурочено к мощной тектонической зоне северо-западного простирания в отложениях кординской свиты. Протяженностью зоны до 4-4,5 км, ее средняя мощность 120-140 м, при диапазоне колебаний мощности – от 45 до 280 м. Падение зоны северо-восточное под углами 45-50° в районе РЛ-27; далее к юго-востоку оно становится круче и в районе РЛ-12 достигает 70-75°.

Контуры минерализованной зоны практически повторяют контур тектонической зоны. Это является следствием тесной связи динамометаморфических и метасоматических процессов. Наложенное метасоматическое преобразование в значительной степени затушевало катакластические структуры и текстуры, не говоря уже о первоначальном

строении исходных осадочных пород. Но в целом внутри зоны в отдельных сечениях и разрезах вполне определенно намечаются реликтовые участки относительно хорошо сохранившихся пятнистых или слоистых сланцев с присущими им текстурно-структурными особенностями, сменяющиеся участками тонко рассланцованных, смятых, катаклазированных и милонитизированных пород.

Площадь месторождения Благодатное слагают слюдисто-кварцевые сланцы с маломощными прослоями кварцитов кординской свиты и сюдисто-кварцевые породы с примесью карбонатов (роговики) рязановской свиты.

В нагорной части месторождения с поверхности кварцево-слюдистые сланцы и роговики перекрыты почвенно-растительным слоем мощностью до 0,2 м и эллювиально-делювиальными суглинками мощностью от 0,2 до 2,5 м. Местами суглинки вообще отсутствуют. Ниже, до глубины 5-13 м, по кварц-слюдистым сланцам развита кора выветривания. По степени выветрелости породы классифицируются от сильно выветрелых до затронутых выветриванием. Невыветрелые кварц-слюдистые сланцы имеют сланцеватую и тонкополосчатую текстуру. Полосчатость имеет крутопадающее (60-80°) северо-восточное падение. На площади залегания роговиков коры выветривания нет. Роговики - породы крепкие, но сильно трещиноватые. Роговики и кварц-слюдистые сланцы интенсивно трещиноваты ниже подошвы коры выветривания на глубину до 20-30 м, ниже с глубиной степень трещиноватости пород уменьшается. В долине р.Енашимо кварцево-слюдистые сланцы, вмещающие рудоносную зону с рудными телами, перекрыты мощным чехлом аллювиальных и техногенных отложений, достигающих мощности до 15-20 м.

На месторождении по данным разведки выделяется две рудные зоны, включающие основные и сопутствующие им многочисленные мелкие рудные тела.

Первая рудная зона локализуется в северо-западной части месторождения и включает крупное рудное тело №1 и шестнадцать мелких рудных тел.

Вторая рудная зона расположена на левом склоне ручья Благодатного и долине р. Енашимо и включает крупное рудное тело № 2 и 27 небольших линзообразных рудных тел. Протяженность первой рудной зоны составляет 1500 м, второй- 2200 м.

Первая рудная зона имеет выход на дневную поверхность в северо-западной части карьера на горе Благодатная.

Вторая рудная зона расположена в центральной и юго-восточной части карьера и практически целиком погребена под мощным слоем наносов и техногенных отложений. Основные запасы руды и золота сосредоточены в первом и втором рудном теле.

Первое и второе рудные тела имеют длину 1200 м и 1975 м и простираются в северо-западном направлении по азимуту 305-310°. Они принадлежат к группе пластово-вытянутых тел.

Падение минерализованной зоны и рудных тел северо-восточное под углами 50-80°. Мощность рудных тел колеблется от 4,6 м до 147,5 м, средняя мощность – 45,6 м.

Внутренне строение рудных тел характеризуется незакономерным чередованием рудных и безрудных прослоев, включенных в их состав.

Руда первого и второго рудных тел отличается по горно-геологическим и гидрогеологическим условиям залегания, эксплуатации и по значениям объемной массы.

Первое рудное тело локализуется в нагорной части месторождения и имеет значение объемной массы руды 2,7 т/м^{3}. Второе рудное тело расположено на склоне горы Благодатной и долине реки Енашимо, значение объемной массы руды у него несколько выше – 2,8т/м^{3}.

Первое рудное тело падает на северо-восток под углами 50°-70°, средний угол падения 65°. Ширина рудных выходов на поверхность варьирует от 7,0 м до 109,9 м (среднее 35,2 м). Содержание золота в рудном теле от 1,0 до 7,4 г/т. Первое рудное тело оконтурено с поверхности горными выработками, на глубине - наклонными скважинами с выходом в породы лежачего бока. По падению рудное тело прослежено наклонными колонковыми скважинами до глубины 410 м от поверхности.

Второе рудное тело несколько смещено относительно первого рудного тела в юго-западном направлении, с падением на северо-восток под углами 60-80°, превосходит его по объему промышленных запасов, но залегает в более сложных горно-геологических условиях. Центральная и южная части второго рудного объекта погребены под мощным слоем аллювиально-делювиальных и техногенных отложений в долине р. Енашимо. Выхода на поверхность, мощностью от 4,0 м до 24,0 м и с содержанием золота от 1,2 до 8,1 г/т вскрыты траншеями (ПЛ.11-ПЛ.V) и уточнены бурением картировочных скважин на 12 поисковых линиях (ПЛ.7-09) с шагом бурения 5м. Мощность рудных выходов под аллювиально-делювиальными долинными отложениями колеблется от 3,8 до 83,1 м (средняя – 35,7 м) с содержанием золота от 1,4 г/т до 4,4 г/т (среднее – 2,0 г/т). Морфология второго рудного тела осложнена многочисленными апофизами мощностью 3,2-38,5 м, которые хаотично расположены в породах висячего и лежачего боков оруденения. Второе рудное тело не оконтурено по глубине, оно прослежено по падению скважинами до горизонта +50 м - 0м.

Руды месторождения представлены окварцованными, хлоритизированными и серицитизированными сланцами кварц-слюдистого состава с вкрапленной и прожилково-вкрапленной сульфидной минерализацией. Текстура сланцевая, слоистая, порфиробластовая; структура

тонко- и мелкозернистая, гранолепидобластовая. В составе руд преобладает кварц (40-60%), мусковит (30-40%) и плагиоклаз (5-15%). Менее распространены гранаты (около 4%), биотит, хлорит, карбонаты. Рудные минералы, их доля в рудах 2-5%, представлены пирротином (1-3%), арсенопиритом (1-3%), пиритом и марказитом (0,5-5%), лёллингитом (0,3%). В незначительном количестве присутствует халькопирит, галенит и сфалерит.

Единственным полезным компонентом руд, имеющим самостоятельное промышленное значение на месторождении Благодатное, является золото. Основные формы нахождения золота в руде – свободное (70-80%), связанное с нерудными минералами (25-30%) и в сростках (5-10%). Золото мелкое – преобладают зерна размерностью 70-750 мкм (около 55%) и 10-70 мкм (около 45%). Распределение золота в рудных телах относительно равномерное. Химический состав золота неоднородный вследствие присутствия в нем примесей серебра (от 8 до 35%), ртути и меди. Средняя пробность золота 869. Содержания в руде попутных компонентов (вольфрам, молибден, серебро, медь, сурьма, свинец, цинк, сера) незначительны, промышленных концентраций не выявлено. Из вредных примесей главными являются минералы мышьяка: арсенопирит (1-3%) и леллингит (менее 0,3%). Содержания мышьяка достигают 0.3% и находятся в тесной корреляции с золотом. Среднее содержание серебра в рудах составляет 0,9 г/т.

Руды относятся к одному технологическому типу легкообогатимых золото-кварцевых малосульфидных руд.

Проявление Борзецовское расположено в истоках руч. Борзецовского, локализовано в метапесчаниках кординской свиты. Рудоносная зона представлена крутопадающим линзовидным в плане телом метасоматических кварцитов (1000х200-300 м), пронизанных многочисленными маломощными кварцевыми прожилками и редкими кварцевыми жилами. Оруденение тонко-прожилково-вкрапленное, с размером частиц золота 0,1-0,3 мм. В незначительных количествах в рудах присутствуют пирит и арсенопирит. Содержание золота в метасоматитах составляет 0,3-14,6 г/т, в кварцевых жилах – 2,5 г/т. Ресурсы проявления оцениваются в 10-12 т /48/.

Рудопроявление Оловянное расположено в 1 км к северо-востоку от Благодатного месторождения. Представляет собой линейную зону кварцевого прожилкования среди рассланцованных метаалевролитов кординской свиты, протяженностью около 100 м. Прожилки мощностью до 3-5 см залегают согласно сланцеватости пород. В них в незначительных количествах присутствуют пирит и арсенопирит. Содержание золота достигает 13,4 г/т, элементы-спутники представлены As > 1%, Bi - 0,01%, Cu – 0,01%, Pb – 0,005%.

В долинах р. Енашимо, руч. Борзецовского, Рождественского, Благодатного, Успенского известны аллювиальные долинные и террасовые россыпи золота. Большая их часть к настоящему времени отработана.

Литий, бериллий. Енашиминское проявление представлено одиннадцатью сближенными жилами альбитизированных пегматитов длиной от 15 до 220 м и мощностью 0,5-1,5 м (в раздувах до 9,5 м), локализованных среди амфиболитов и мраморов рязановской свиты. Минеральный состав пегматитов (%): кварц – 20-40, альбит – 20-50, микроклин – 20-40, сподумен – 5-10, спессартин, берилл, касситерит, колумбит-танталит, лепидолит, флюорит, турмалин. Содержание Li_2O в рудах составляет 0,2-1,05%, BeO (в среднем) – 0,01%, SnO достигает 0,05%, Nb_2O_5 – 0,046%. Ресурсы проявления оцениваются: Li_2O – 900 т, SnO – 124 т, BeO – 15 т.

Огнеупорное и керамическое сырье. Пункт минерализации огнеупорного и керамического сырья приурочен к пачке высокоглиноземистых силлиманитовых кристаллических сланцев свиты хребта Карпинского. Содержание Al_2O_3 в них достигает 29,8%.

Строительные материалы. Для местных строительных нужд детально разведано и эксплуатируется Широкинское месторождение гранитов.

1.3.2. Геологическое строение месторождения

1.3.2.1. Литолого-петрографическая характеристика пород месторождения

В геологическом строении рудного поля месторождения Благодатное (граф. П.2,3) участвуют образования тейской серии нижнего протерозоя и сухопитской серии верхнего протерозоя (рифея).

Нижнепротерозойская тейская серия представлена кристаллическими сланцами свиты хребта Карпинского, сухопитская – кварц-слюдистыми сланцами кординской и горбилокской свит. Ограниченным распространением на площади пользуются лейкократовые граниты второй фазы татарско-аяхтинского комплекса.

Свита хребта Карпинского (PR_1hk)Слагает юго-западную часть территории рудного поля. В разрезе свиты преобладают высокоглиноземистые кристаллические сланцы - слюдяные, гранат-ставролитовые, дистеновые, силлиманитовые, в небольшом количестве присутствуют кварциты и амфиболовые сланцы. Кристаллические сланцы метаморфизованы в дистен-альмандин-амфиболовой и, в меньшей степени, ставролит-альмандин-амфиболовой субфации амфиболитовой фации метаморфизма.

Предполагается (Стороженко, 1997), что данные породы образовались по каолин-гидрослюдистым продуктам кор выветривания.От образований горбилокской свиты, свита хребта Карпинского отделяется Викторовским нарушением северо-западного простирания (граф.П.2).

Кординская свита (R_1kd)

На территории рудного поля месторождения представлена двумя нижними подсвитами.

Нижнекординская подсвита (R_1kd_1).

Нерасчлененные отложения нижнекординской подсвиты, представленные кварц-биотитовыми карбонатсодержащими микросланцами слагают клинообразный тектонический блок в юго-восточной части площади. Они вмещают мелкие тела мелко-среднезернистых лейкократовых гранитов третьей фазы татарско-аяхтинского комплекса.

Среднекординская подсвита (R_1kd_2).

Нерасчлененные отложения подсвиты, преимущественно кварц-двуслюдяные сланцы, занимают северо-восточную часть рудного поля месторождения.

Нижне-среднекординские образования по зоне Благодатнинского нарушения, представляющего собой крутопадающую надвиговую структуру, надвинуты на образования верхнекординской посвиты. Горбилокская свита (R_2gr).

Образования горбилокской свиты являются рудовмещающими на месторождении Благодатном. В их составе выделяют три пачки (снизу вверх):

-нижняя пачка полевошпат-кварц-биотит-мусковитовых сланцев (R_2gr^1);

-средняя пачка переслаивающихся мусковитовых кварцито-сланцев и кварц-мусковитовых сланцев (R_2gr^2);

-верхняя пачка кварц-мусковитовых сланцев(R_2gr^3).

Нижняя пачка полевошпат-кварц-биотит-мусковитовых сланцев (R_2gr^1);

Пачка залегает в основании горбилокских образований вдоль юго-западного тектонического контакта с кристаллическими сланцами свиты хребта Карпинского.

В составе пачки выделяют: сланцы полевошпат-кварц-мусковитовые плойчатой текстуры (динамосланцы); мусковит-биотит-кварцевые гранатсодержащие сланцы со ставролитом пятнистой и сланцево-пятнистой текстуры; гранатсодержащие кварцитовидные сланцы. Породы пачки слабо ороговикованы. В верхней части пачки на месторождении проявлена зона интенсивного динамометаморфизма - рассланцованные, интенсивно смятые и участками милонитизированные сланцы (динамосланцы) с наложенными явлениями гидротермально-метасоматических процессов, являются рудовмещающими. Минерализованная зона прослеживается в северо-западном направлении от истоков руч. Мал. Гурахта до нижнего течения руч. Оловянного и далее. Участки золото-сульфидной минерализации

приурочены к гидротермально-измененным породам (окварцованным, серицитизированным, сульфидизированным, иногда углеродизированным).

Полевошпат-кварц-мусковитовые сланцы являются основной разновидностью пород пачки. Породы изменчивые по соотношению основных породообразующих минералов. Содержание кварца меняется от 10 до 45% при средних значениях около 35%, содержание мусковита (серицита) находится в пределах 15-60% (среднее 32%), биотита – 3-20% (среднее 10%), хлорита - 3-15% (среднее 5%), граната – от единичных зерен до 20% (среднее 6%). Акцессорные минералы представлены ильменитом, турмалином. Содержание рудных минералов (сульфидов) от единичных зерен до 5-6%. Породы часто измененные, с различной степенью окварцевания и повышенным развитием эпигенентической минерализации по массе породы: альбита, хлорита, серицит-мусковита, редко ставролита и карбоната. По трещинам и зонам катаклаза и милонитизации развиты кварцевые, калишпат-хлоритовые, калишпатовые и, редко, карбонатные прожилки. Текстура пород сланцевая с разной степенью динамометаморфического преобразования от слабоволнистой сланцевой до филлонитовой линзовидно-свилеватой.

Мусковит-биотит-кварцевые гранатсодержащие сланцы сложены мусковитом (20-40%), биотитом (8-35%), кварцем (15-35%), постоянно присутствуют порфиробласты граната (3-25%) и мелкопризматического ставролита. Содержания хлорита и эпидота колеблются от 1-2 до 15 %, акцессорные минералы представлены ильменитом и турмалином. Содержания сульфидов невысокие – 1-2%. Текстура породы пятнистая и сланцево-пятнистая, пятна образованы агрегатом слюдистого, кварц-слюдистого состава (рис. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**,а).

Гранатсодержащие кварцитовидные сланцы образуют редкие тонкие прослои в вышеописанных породах.

Мощность пачки более 200м, контакт с нижележащими породами в пределах рудного поля месторождения не наблюдался.

Средняя пачка переслаивающихся мусковитовых кварцито-сланцев и кварц-мусковитовых сланцев (R_2gr^2)

Средняя пачка залегает на породах нижней пачки через тектонический контакт, нормальное стратиграфическое залегаение отмечается значительно реже, в центральной и южной части месторождения. Для пачки характерно переслаивание мусковитовых кварцитосланцев и кварц-мусковитовых сланцев. В подчиненном количестве присутствуют кварц-биотит-мусковитовые сланцы, отмечаются прослои кварцитов и ритмичнослоистых сланцев. По зонам тектонических нарушений в нижней части пачки породы нередко гидротермально изменены (окварцованы, хлоритизированы, сульфидизированы), иногда присутствует слабая золоторудная минерализация.

Мощность пачки в пределах рудного поля месторождения 100-150 метров.

Верхняя пачка кварц-мусковитовых сланцев (R_2gr^3)

Верхняя пачка представлена достаточно монотонными средне-крупночешуйчатыми кварц-мусковитовыми сланцами с прослоями кварцитосланцев. Контакт с нижележащей пачкой неясный, постепенный, устанавливается по преобладанию в составе пород кварц-мусковитовых сланцев. Наложенные гидротермально-метасоматические изменения не наблюдались. Мощность пачки не менее 250м, контакт с выше лежащими породами не установлен. Северо-восточной границей их распространения, по-видимому, является зона Благодатнинского нарушения, восточнее которой распространены образования нижней и средней кординской подсвиты.

1.3.2.2. Характеристика рудных тел

Минерализованная зона месторождения Благодатного протяженностью 3600м, представлена интенсивно рассланцованными, гидротермально-метасоматически измененными кварц-слюдистыми сланцами, с участками, обогащенными золотом, которые выделены по результатам пробирного анализа и геометризованы в два рудных тела с промышленным содержанием золота (граф.прил.2,3). Мощность минерализованной зоны в плане и разрезе соизмерима: в плане - от 20,2 до 197,8м (средняя 110,3м), в разрезе - от 18,0 до 218,8м (средняя 92,6м). Форма горизонтальной и вертикальной проекций зоны минерализации и рудных тел единая - линзовидная, но у зоны более простая, чем у рудных тел, которые осложнены многочисленными ответвлениями, заливами, с постепенным выклиниванием на флангах (граф. П. 48, 49). При этом, проекция первого рудного тела несколько деформирована со смещением наиболее глубокой части на юго-восток.

В начальный период оценочных работ на месторождении условно было выделено три рудных тела. Первое рудное тело картировалось на северо-западном фланге месторождения (ПЛ.25 - ПЛ. 12), «второе» и «третье» рудные тела - на ПЛ.11-ПЛ.021 юго-восточной части месторождения. В последующие годы геологоразведочными работами было подтверждено наличие первого рудного тела, но с более глубоким залеганием оруденения, и изменилась точка зрения о структуре юго-восточного оруденения. С увеличением глубины разведки, в процессе ведения оценочных работ в юго-восточном направлении, было установлено, что «второе» и «третье» рудные тела на глубоких горизонтах соединяются в единое рудное тело (ПЛ. 2, 01, 03, 05 и 07). Кроме того, изучение минералого-петрографического состава, технологических, физико-механических свойств, горно-геологических и гидрогеологических условий залегания «второго» и «третьего» рудных объектов не выявило различий на данном этапе их изучения.

Таким образом, авторы предлагают «второе» и «третье» рудные тела рассматривать как две ветви единого рудного тела (РТ.2), которое разделено на верхних горизонтах породами мощностью 15-35,5м с некондиционным содержанием золота.

Первое рудное тело имеет выхода на дневную поверхность и представляет нагорную часть месторождения. Северный фланг второго рудного тела вскрыт траншеями на склоне г. Благодатной на ПЛ.11-VI. Центральная и южная части данного оруденения приурочены к долинной части р. Енашимо и погребены мощным слоем наносов и техногенных отложений.

Первое и второе рудные тела длиной 1200м и 1975м простираются в северо-западном направлении по азимуту 305-310° и принадлежат к группе пластово-вытянутых тел. Падение минерализованной зоны и рудных тел - северо-восточное под углами 50-80°, истинная мощность рудных тел колеблется от 4,6м (стволовая мощность – 5,5м) до 147,5м (стволовая мощность 213,1м), средняя мощность – 45,6м. Внутренне строение рудных тел и рудной зоны характеризуется незакономерным чередованием рудных и безрудных прослоев, включенных в их состав. Коэффициент вариации содержаний золота для РТ.1 равен 35,3%, для РТ.2 - 51,9% и 90-100% - для рудной зоны.

Руда первого и второго рудных объектов отличается по горно-геологическим и гидрогеологическим условиям залегания, эксплуатации и по значениям объемной массы.

Увязка рудных тел по падению и простиранию осуществлялась по выделенным рудным интервалам в траншеях и скважинах с учетом углов падения, направления сланцеватости вмещающих пород в пределах зоны проявления динамометаморфизма, к которой тяготеет оруденение (граф. П. 4).

Первое рудное тело локализуется в нагорной части месторождения и имеет значение объемной массы руды 2,7т/м^{3}. Второе рудное тело расположено на склоне горы Благодатной и долине р. Енашимо, значение объемной массы руды у него несколько выше – 2,8т/м^{3}.

Рудное тело №1 падает на северо-восток под углами 50°-70°. Ширина рудных выходов на поверхность варьирует от 7,0м до 109,9м (среднее 35,2м), содержание золота - от 1,0 до 7,4г/т (среднее 2,5г/т).

Крайний кондиционный интервал первого рудного тела отмечается на севере в траншее 22 и в скважинах 71 и 72. Севернее, на ПЛ.III, 26 и 27, интервалы минерализации мощностью 5,0-6,2м с содержанием золота 1,3-1,9г/т прослеживаются канавой 5, траншеями 23 и 24, поисковой скважиной 4 и оценочной скважиной 83 (граф. П.7). Результаты опробования выработок между ПЛ.25 и ПЛ.29 говорят об отсутствии промышленного оруденения в этом направлении и постепенном его выклинивании.

Южное окончание первого рудного тела вскрыто только с поверхности траншеей 9 на ПЛ.12 (интервал мощностью 9,0м, среднее содержание золота 1,6г/т), наклонная скважина 14 пробурена западнее и не подсекает оруденение на глубине (граф. П.24). В лежачем (5 апофиз) и висячем (4 апофизы) боках первого рудного тела выделены рудные пересечения, которые не геометризуются с основным оруденением, а локализуются в отдельные маломощные ответвления. Три геометризованных рудных интервала вскрыты только с поверхности и не прослежены на глубину. Кроме того, не оконтурены 3 маломощные апофизы мощностью 3,7-4м с содержанием золота 2,9-5,7г/т и их запасы не учтены.

Первое рудное тело оконтурено по мощности с поверхности горными выработками, на глубине - наклонными скважинами с выходом в породы лежачего бока. По падению рудное тело прослежено наклонными колонковыми скважинами до глубины 410м от поверхности. Средняя стволовая мощность продуктивной зоны составляет 35,2м со средним содержанием золота 2,4г/т. Площадь проекции рудного тела на вертикальную плоскость составляет 0,30км^2, горизонтальную плоскость - 0,17км^2, площадь выходов рудного тела на поверхность равна 0,043км^2 (14,3% от площади проекции на горизонтальную плоскость).

Второе рудное тело несколько смещено относительно РТ.1 в юго-западном направлении, с падением на северо-восток под углами 60-80°, превосходит его по объему промышленных запасов в 3,9 раза, но залегает в более сложных горно-геологических условиях. Центральная и южная части второго рудного объекта погребены под мощным (6-17м) слоем аллювиально-делювиальных и техногенных отложений в долине р. Енашимо. Выхода на поверхность, мощностью от 4,0м до 24,0м и с содержанием золота от 1,2 до 8,1г/т вскрыты траншеями (ПЛ.11-ПЛ.V) и уточнены бурением картировочных скважин на 12 поисковых линиях (ПЛ.7-09) с шагом бурения 5м. Мощность рудных выходов под аллювиально-делювиальными долинными отложениями колеблется от 3,8 до 83,1м (средняя – 35,7м) с содержанием золота - 1,4-4,4г/т (среднее – 2г/т). На ПЛ.011-021 горные выработки и картировочные скважины отсутствуют.

Второе рудное тело на севере (ПЛ.11) не оконтурено по простиранию, на юге (ПЛ.021) скв.139 подсечен только маломощный (5,5м) рудный интервал. На протяжении всей длины рудного тела не определена глубина его распространения, а нижнее рудное ответвление в центральной части на ПЛ. 7-2 не оконтурено по мощности.

На ПЛ.VI параллельно основному рудному телу фиксируется выход на поверхность двух апофиз мощностью 4 и 22м, которые южнее (на ПЛ.V) прослеживаются в лежачем боку более мощного ответвления, залегают на более глубоких горизонтах и не имеют выходов на дневную поверхность (граф. П. 27). На отрезке между ПЛ.07 и ПЛ.09, по данным опробования картировочных и оценочных скважин, мощность продуктивной толщи

второго рудного тела резко уменьшается в 2,4 раза и далее постепенно выклинивается в южном направлении (граф. П. 40, 41).

Морфология второго рудного тела осложнена многочисленными (33) апофизами мощностью 3,2-38,5м, хаотично расположенными в породах висячего и лежачего боков оруденения (граф.П.49). Данные апофизы опираются на одно, два и три разведочных пересечения и оконтурены раздельно от основного рудного тела для упрощения его морфологии. Из них 9 рудных интервалов мощностью 3,2-25м в плоскости разреза опираются на два (7) и три (2) рудных пересечения. Некоторые апофизы лежачего бока увязываются между собой по простиранию в маломощные ветви второго рудного тела или начало глубоко залегающего нового оруденения (ПЛ.01-ПЛ.07). Иногда в состав такой ветви включены рудные интервалы, кондиционные только по метрограмму. Меньшинство апофиз (13) не связаны в пространстве с другими маломощными ответвлениями рудного тела и их запасы подсчитаны раздельно по категории C_2. В рудном поле второго рудного тела встречаются разрозненные рудные интервалы с мощностью 2,2-6м и содержанием золота 1,9-6,7г/т (6 интервалов), которые не увязываются ни с апофизами, ни с основным рудным телом, запасы которых не учитывались.

Второе рудное тело круто падает на северо-восток под углами 60-80° и залегает на максимальной глубине от поверхности – 480м. Мощность верхней, наиболее мощной ветви, колеблется от 5,5 до 213,1м, среднее содержание золота в рудных интервалах - от 1,1 до 3,1г/т. Нижняя ветвь второго рудного тела не вскрыта на полную мощность на шести поисковых линиях (ПЛ.7-2), где тринадцать оценочных скважин не вышли в безрудные породы лежачего бока. Основной причиной остановки данных скважин в руде является неверное определение параметров минерализованной зоны и рудных тел на стадии проектирования. Истинная мощность, простирание и глубина залегания оруденения значительно превосходят проектные параметры, которые ограничивались глубиной 100-150м в начальный период оценочных работ. Вторая причина связана с особенностями геологического строения минерализованной зоны. В полевых условиях не всегда можно достаточно уверенно определить, без результатов пробирного анализа на золото, границу промышленных руд и пустых пород, которые визуально почти не отличаются от пород продуктивной толщи.

Площадь проекции рудного тела на вертикальную плоскость составляет – 0,66км^2, на горизонтальную плоскость – 0,34км^2, площадь выходов тела под наносами равна 0,073км^2 (21,5% от площади проекции на горизонтальную плоскость). Второе рудное тело по всем трем показателям превышает первое более чем в два раза.

Проведение оценочных работ на территории участка Благодатного значительно расширило масштабы рудопроявления, как по простиранию, так и падению рудных тел, с увеличением в них и в целом по месторождению

среднего содержания полезного компонента. Контур рудной зоны, по сравнению с результатами предшествующих поисковых работ, значительно сместился на юго-восток. Не подтвердилось наличие промышленного оруденения на северном фланге месторождения между ПЛ.IV и ПЛ.III. Три рудных тела поисковой стадии между ПЛ.III и ПЛ.I были оценены как отдельные фрагменты первого рудного тела, а пространство между ПЛ.I и ПЛ. VI – перемычкой между первым и вторым рудными объектами.

1.3.2.3. Гидрогеология и инженерная геология месторождения

По характеру обводнения горных пород, слагающих участок месторождения можно выделить водоносный четвертичный комплекс, водоносную зону среднерифейских метаморфических сланцев и водоносный комплекс гранитоидов татарско-аяхтинского комплекса (граф. П. 26). Как отдельное водоносное подразделение могут рассматриватся водоносные зоны крупных разрывных нарушений.

Воды четвертичного комплекса связаны с речными (аллювиальными и техногенными), склоновыми и элювиальными образованиями, распространенными повсеместно и имеющими различную проницаемость и водонасыщенность. Внутри комплекса выделяются локально обводненная зона эллювиально-деллювиальных отложений, водоносный четвертичный аллювиальный горизонт, водоносный современный техногенный горизонт ручьев и водоносный техногенный горизонт рек.

Локально обводненная зона четвертичных эллювиально-деллювиальные и склоновых отложений распространена с поверхности до глубины 2-3 м, выдержанного по площади горизонта не образует. Целиком породы зоны обводнены в период снеготаяния и затяжных дождей. В другие периоды зона обводнена лишь вблизи местных барражей, образованных за счет неоднородностей трещиноватости, литологической неоднородности или проявления тектонической деятельности. Здесь, при срезе на склонах почвенного слоя (обладающего хорошей водопроницаемостью), образуются рассредоточенные пластовые выходы на дневную поверхность с общим дебитом, достигающим 0,5 л/с. На других участках происходит полное дренирование в подстилающие отложения.

Водоносный четвертичный аллювиальный горизонт распространен в долине руч. Викторовский и отдельными пятнами в долине р. Енашимо. Водовмещающие отложения представлены гравийно-галечными отложениями с валунами и песчано-глинистым заполнителем. Непосредственно на участке аллювиальный горизонт буровыми скважинами не изучался, ввиду ничтожной роли этого подразделения в обводнении месторождения. Дебиты родников, на период обследования, в пределах месторождения не превышали 1 л/с. По аналогии со смежными территориями водообильность аллювиальных отложений невысокая за счет высокой глинистости заполнителя, удельные дебиты скважин составляют 0,1-0,4 л/с.

Содержит гидрокарбонатные кальциевые воды с минерализацией 0,1-0,2 г/дм^3. Питание горизонта осуществляется за счет атмоферных осадков и перетоков из смежных подразделений, разгрузка в гидрологическую сеть.

Водоносный современный техногенный горизонт ручьев распространен в долине руч. Благодатный и руч. Рождественский. Водовмещающие отложения представлены супесями с включениями полуокатаной гальки, гравия и валунов, а также щебня и дресвы, мощностью 4-8 м. Техногенные отложения образовались в результате промывки промприборами аллювиальных и делювиальных отложений при разработке россыпей золота. В пределах месторождения, горизонт откачками не опробован. Уровень залегания подземных вод изменяется в зависимости от гипсометрического положения от 0 до 3 м. В местах, где техногенный горизонт перекрывает разрывные нарушения, наблюдается заболачивание и рассредоточенные восходящие выходы подземных вод, причем грифоны наблюдаются не только в понижениях микрорельефа, но на относительно повышенных местах, что свидетельствует о неоднородности фильтрационного разреза. Суммарные дебиты рассредоточенных выходов не превышают 0,2-0,3 л/с, что говорит о низкой водообильности горизонта. Питание горизонт получает за счет атмосферных осадков и перетока из нижележащих водоносных подразделений. Разгрузка происходит в ручьи и в виде родникового стока. Для практического использования не пригоден. Ввиду ожидаемой сработки уровня в начальный период эксплуатации месторождения, в обводнении горных выработок участия принимать не будет.

Водоносный техногенный горизонт рек распространен в долине р. Енашимо, неоднократно перемытой при разработках золотоносных россыпей. Разработки проводились как мускульным способом, так с применением драг. Водовмещающие отложения представлены хорошо окатанными валунно-галечными образованими с преимущественно песчаным заполнителем в верхней части разреза (до глубины 2–5 м) и песчано-гравийными с включениями гальки в нижней части. Общая мощность горизонта составляет 4,5-8,2 м., при чем в большинстве случаев, наиболее проницаемые отложения верхней части сдренированы. Состав отложений не выдержан ни по разновидностям, ни по мощности. Горизонт содержит безнапорные поровые воды. Глубина залегания уровня, в зависимости от высоты отвала и уровня воды в Енашимо, колеблется в пределах 3-4 м. Как самостоятельное водоносное подразделение водоносный горизонт не изучался, ввиду ожидаемой его сдренированости в начальный период эксплуатации месторождения. На высокую проницаемость верхней части разреза указывает также то, что во внутридолинные озера, оставшиеся после драг, в периоды колебания уровня воды в реке, поступают речные воды загрязненные механическими взвесями. С речными водами воды горизонта образуют единую гидравлическую систему, что значительно осложняет горнотехнические условия разработки месторождения. Уровенный режим горизонта целиком зависит от уровня воды в реке. Питание горизонта

осуществляется за счет речных вод, атмосферных осадков и ниже подстилающих водоносных подразделений. Разгрузка происходит в реку Енашимо и подстилающие отложения.

Водоносная зона среднерифейских метаморфических сланцев в пределах месторождения распространена повсеместно. Условно подразделяется на водоносный комплекс кординской свиты и водоносный комплекс рязановской свиты. Откачками изучен в основном кординский водоносный комплекс. Зона содержит, в основном, трещинные, трещинно-пластовые безнапорные воды, в местах погружения рифейских пород под четвертичные отложения приобретает местный напор в несколько метров, в период интенсивного питания отдельные скважины, пробуренные в долине руч. Благодатного, могут изливаться. Водовмещающие отложения представлены кварц-слюдисто-полевошпатовыми сланцами с различным соотношением породообразующих минералов. Фильтрационные свойства водоносной зоны не зависят от петрографического состава и обусловлены только степенью трещиноватости и открытости трещин пород, как рудных, так и вмещающих отложений. Самые высокие фильтрационные показатели наблюдаются в скважинах, где обводнен весь разрез, включая зону выветривания. Там, где зона разрушенных сланцев сдренирована, наиболее высокими фильтрационными свойствами чаще обладает верхняя часть разреза до глубины 60-80 м (где трещиноватость повышена и имеет различную направленность), ниже - более часто наблюдаются залеченные трещины. Для месторождения характерно преимущественное согласное направление трещин, что, учитывая субвертикальное направление слоистости, обуславливает затрудненную гидравлическую взаимосвязь водоносных слоев, расположенных нормально к напластованию. Важную роль во взаимосвязи водоносных слоев имеет также однородность литологического состава. Практически в каждом случае разных уровней воды в близких скважинах, а также их затрудненного взаимодействия при откачках, имеет место смена литологических пачек сланцев.

Глубина залегания уровня подземных вод составляет от 0 до 71,1 м, в зависимости от гипсометрического положения и сезона года. На водоразделах годовая амплитуда колебания уровня составляет от 7,1 (скв. 22Г) до 52-56 м (скв. 56, 36Г). В долинах реки и ручьев годовая амплитуда не превышает 1-2 м (скв. 6/6Г, 117Г). Небольшими амплитудами отличаются также скважины, расположенные на склонах, вблизи предполагаемых зон повышенной водопроводимости (скв. 40Г, 131Г).

Водообильность отложений пестрая, но в целом не высокая. Дебиты скважин при откачках составили 0,07-8 л/с при понижениях 2,31-49,57 м, удельные дебиты 0,002-1,81 л/с*м. Лучшей проницаемостью обладают зоны расположенные на относительно низких гипсометрических уровнях. Коэффициент водопроводимости для водоносной зоны составляет от 1 до 840 $м^2$/сут.

Зона содержит пресные гидрокарбонатные кальциевые и магниевые воды с минерализацией до 0,1 г/дм^3, нейтральные, однако при этом содержание свободной углекислоты составляет 4-5 мг/л. В скважинах, вскрывших более глубокие водоносные слои, возрастает относительное содержание сульфатов. В санитарном отношении воды здоровые.

Питание водоносной зоны в естественных условиях осуществляется исключительно за счет атмосферных осадков. Разгрузка в гидрографическую сеть и в смежные водоносные подразделения.

Подземные воды зон тектонических нарушений приурочены к зонам разломов, ограничивающих крупные тектонические блоки. Глубина свободного водообмена по этим зонам может достигать первых сотен метров. В районе месторождения опробованы зоны тектонического разлома Благодатнинского и Викторовского. Удельные дебиты скважин до 0,1 л/с*м. По составу трещинно-жильные воды не отличаются от подземных вод вмещающих комплексов. Минерализация их 0,04-0,1 г/л, pH-6,8-7,4.

По содержанию микрокомпонентов подземные воды месторождения не нуждаются в предварительной очистке перед сбросом в поверхностные водоемы. Удаление излишков железа будет происходить за счет аэрации в ходе осветления в прудах отстойниках.

Основная горная масса месторождения представлена кварц-слюдисто-полевошпатовыми сланцами с прослоями кварцитов, преимущественно субвертикального и крутопадающего залегания. Близость региональных Викторовского и Благодатнинского разломов предопределила значительную тектоническую нарушенность в залегании пород. Практически во всех глубоких скважинах, пробуренных при поисково-оценочных работах, зафиксированы проявления тектонических процессов в виде зеркал скольжения и катаклаза. Наличие проявления тектонических процессов подтверждается также результатами электроразведочных геофизических исследований.

В целом для месторождения характерна системная решетка трещиноватости. Основное направление - согласное слоистости. В зонах проявления тектонических процессов и рассланцевания, помимо согласного направления, приобретает важную роль трещиноватость поперек слоистости. Хаотичное направление трещиноватости имеет подчиненное значение. Монолитных пород до проектной глубины отработки карьера, не выявлено. Степень трещиноватости не равномерная и не имеет корреляционной зависимости по глубине, модуль трещиноватости изменяется от 3-5 до 30 и выше. Исключениям является трещиноватость экзогенного типа, проявляющаяся до глубины 12-35 м, здесь направление трещиноватости преимущественно хаотичное, модуль трещиноватости свыше 25. До глубины 50-70 м большинство трещин открытые, стенки трещин покрыты окислами железа и марганца, редкими кристаллами вторичных минералов. Ниже преобладают закрытые и залеченные трещины. Ориентировочно, трещинная

пустотность изменяется с глубиной от 2 до 0,1% (определена с учетом данных откачек и расходометрии). Степень трещиноватости напрямую зависит от удаления от зон катаклаза, проявляющихся в зонах будинажа и дробления, вплоть до состояния супесей, мощностью до 30-50 см. На удалении от тектонических нарушений свыше 3-5 м модуль трещиноватости составляет 3-5, по мере приближения возрастает до 15-20 и выше.

Зонами и поверхностями ослабления в горных породах месторождения являются сингенетические зоны рассланцевания и выветривания и эпигенетические зоны проявления тектонических процессов. В верхней части разреза, до глубины распространения глыбовой коры выветривания, зона ослабления может быть хаотичной. Расположение таких зон показано на геологических разрезах.

По физико-механическим свойствам породы крайне неоднородны. Обобщенные результаты определения физико-механических свойств пород в лаборатории ЗАО «Полюс» по монолитам, отобранным из керна. Статистическая обработка результатов определений выполнена в соответствии с ГОСТ 20522-96 /3/. Закономерностей для выделения отдельных пачек с постоянными свойствами, значительной мощности, не выявлено. Для пород месторождения характерна также анизотропия с коэффициентами по прочностным и упругим свойствам иногда достигающим 5-6 и выше. Характеристики различных инженерно-геологических элементов, выделенных по минералогическому составу близки между собой.

Разработка основной массы месторождения возможна только взрывным способом.

Кроме определений физико-механических свойств в инженерно-геологической лаборатории ЗАО «Полюс», расчетные характеристики пород месторождения были получены по 7 пробам в Исследовательском центре металлургических технологий и сертификации ОАО «СИБЦВЕТМЕТНИИПРОЕКТ»

По физико-механическим свойствам по данным этой лаборатории /13/ породы характеризуются следующими величинами:

Предел прочности при одноосном сжатии – 45,6–72 МПа;

Снижение прочности при намокании – 0,49-0,76;

Коэффициент анизотропии – 0,3–0,5;

Предел прочности при одноосном растяжении - 3,3–4,8 МПа;

Прочность на сдвиг – 6,7-9,3 МПа;

Угол внутреннего трения – 55,4–63,7º;

Модуль упругости – 5,89–6,75 $E*10^4$ МПа;

Коэффициент Пуассона 0,04 – 0,21;

Скорость распространения продольной волны – 4,604–4,924 км/с;

Скорость распространения поперечной волны - 2,86–3,336 км/с;

Модуль сдвига – 2,22–3,14 Е*10^4 МПа;

Модуль объемной упругости – 2,3–3,12 Е*10^4 МПа;

Объемный вес – 2,73–2,82 г/$см^3$;

Пористость – 0,6–1,5 %;

Удельный вес – 2,75–2,85 г/$см^3$;

Влажность – 0,14–0,4 %;

Дробимость сухой 10,42–18,84%;

Дробимость водонасыщенной – 15,07–22,8%;

Абразивность – 6–10 мг.

Из обследованных карьеров ни один не является полным аналогом проектируемому. В частности, карьер «Эльдорадо» сложен более однородными по своим свойствам породами и имеет незначительную глубину. Наиболее близким является карьер «Восточный» в части своего южного борта, однако он отрабатывается с предварительным осушением. Тем не менее результирующие углы южного борта до глубины 250 м здесь не превышают 38º, чаще составляя 32º, и при таких уклонах происходят оползневые процессы. Преимуществом карьеров, разрабатывающих месторождение Благодатное, в этом отношении, является нормальность расположения бортов по отношению к направлению зон ослабления.

Условия разработки рудной зоны №1 оцениваются как условия средней сложности, обусловленные наличием зон выветривания, дробления и рассланцевания. При разработке этого участка возможно проявление опасных инженерно-геологических явлений в виде оползней и обрушений по зонам ослабления.

Обводненность пород на этом участке низкая, в естественных условиях наименее устойчивые породы зоны выветривания бывают обводнены только в период весеннего снеготаяния. Укреплению устойчивости могло бы помочь предварительное осушение, однако породы характеризуются крайне низкой водоотдачей, наблюдается анизотропия фильтрационных свойств, что делает неэффективным предварительное осушение при помощи водопонизительных скважин. Учитывая это обстоятельство, а также наблюдающиеся на склонах с крутизной превышающих 30º, проявления оползневых процессов, результирующие углы бортов карьера (до глубины распространения выветрелых пород) и отвалов не должны быть более 35º.

Условия разработки рудной зоны №2 оцениваются как сложные, обусловленные наличием зон выветривания, дробления и рассланцевания, а также необходимостью отвода р. Енашимо, попадающей в карьерное поле. При разработке этого участка также возможно проявление опасных инженерно-геологических явлений в виде оползней и обрушений по зонам

ослабления, кроме этого здесь возникает необходимость проведения защитных мероприятий. Так как поверхность рудного тела расположена на более низких отметках, большая часть зоны выветривания (наименее устойчивая) в естественных условиях постоянно обводнена. При использовании только карьерного водоотлива, при разуплотнении пород, за счет высоких скоростей фильтрации могут происходить процессы суффозии, что в свою очередь может привести к обрушениям больших масс с бортов карьера. Кроме этого следует учитывать также то обстоятельство, что породы части склона, примыкающего к будущему карьеру, уже находятся в предельно равновесном состоянии (крутизна склонов около 30º). Эти обстоятельства свидетельствуют о необходимости предварительного осушения верхней части разреза со стороны крутых склонов и р. Енашимо. Учитывая высокие фильтрационные свойства техногенных отложений р. Енашимо, при руслоотводе реки следует предусмотреть гидроизоляцию нового русла.

Содержание свободной двуокиси кремния в рудах от 30 до 70%, по этому показателю породы месторождения относятся к классу силикозоопасных, поэтому при разработке месторождения следует предусмотреть постоянное пылеподавление.

Вскрышные породы и руды месторождения характеризуются как устойчивые к выветриванию, что не требует дополнительных мероприятий по содержанию отвалов.

В процессе проведения разведочных работ многолетнемерзлые породы не зафиксированы, однако на смежных территориях обнаружено проявление островной мерзлоты. Это обстоятельство надо учитывать при проведении изыскательских работ под строительство.

Породы и руды месторождения не газоопасные, не взрывоопасные и не пожароопасные.

Породы месторождения не требуют дополнительных затрат на их улучшение при рекультивации, о чем свидетельствует интенсивное самозаростание старых горных выработок.

1.3.2.4. Обоснование прогноза оруденения

Запасы месторождения Благодатного впервые были утверждены 24 октября 2005 г. в ГКЗ Роснедра МПР РФ (протокол № 1081 от 23.09.2005 г. с исправлениями согласно письму ФГУ “ГКЗ” № СР-15/215 от 08.02.2008 г.) в следующем количестве: балансовые – 222,4 т, забалансовые в контуре карьера – 42,0 т, забалансовые за контуром карьера – 89,9 т.

В 2005 г. месторождение Благодатное было признано крупным по масштабам, по степени изученности - разведанным и подготовленным к промышленной отработке. Но, не смотря на положительную оценку ГКЗ

Роснедра результатов и качества геологоразведочных работ, экспертами был сделан ряд справедливых замечаний, нашедших своё отражение в протоколе ГКЗ.

В 2006 г. на основании замечаний экспертов ГКЗ, был составлен и утвержден проект на «Разведочные работы на месторождении Благодатное в 2006-2008 гг.».

После доразведки месторождения в 2006-2008 гг. запасы были пересчитаны и переутверждены 12 сентября 2008 г. в ТКЗ г. Красноярска (филиал ФГУ «ГКЗ») в следующем количестве: балансовые – 309,8 т, забалансовые в контуре карьера – 63,8 т, забалансовые за контуром карьера – 96,3 т (табл. 4.1).

Результаты разведки не изменили тип месторождения, группу сложности его геологического строения, структуру и морфологию рудных тел, а также качество полезного ископаемого и технологические свойства руд. Изменен только один параметр кондиций – контура карьеров в связи с их уточнением на основе данных более детальных геологоразведочных работ. Оптимальные границы карьеров определены по значениям предельного коэффициента вскрыши согласно действующим методическим рекомендациям, обоснованы степенью разведанности месторождения на глубину и подтверждены технико-экономическими расчетами. В результате максимальная глубина карьера по РЗ-1 определена горизонтом +270 м (в предыдущем подсчете запасов +300 м), по РЗ-2 – горизонтом 0 м (в предыдущем подсчете запасов +150 м), балансовые запасы при этом увеличились по сравнению с утвержденными ГКЗ более чем на 87 т.

В 2010 г. начата отработка месторождения карьером «Благодатный» с переработкой руды на ЗИФ – 4 производительностью 6 млн.т. руды в год. Успешная реализация проекта и его высокая экономическая эффективность предопределили рассмотрение вопроса о возможности увеличения мощности добывающего и перерабатывающего комплекса предприятия.

В 2011 были выполнены технико-экономические расчеты (ТЭР) по увеличению производительности Благодатнинского ГОКа до 8 млн.т. руды в год, которыми доказана экономическая эффективность проекта. В 2012 г. начата разработка проекта «Горнодобывающее предприятие на базе месторождения «Благодатное». Расширение до 8 млн.т. руды в год».

В данной ситуации стала актуальной задача увеличения минерально – сырьевой базы предприятия, которая с максимальной эффективностью может быть решена за счет доразведки забалансовых запасов и прогнозных ресурсов, расположенных ниже дна проектного карьера, и перевода их в разряд балансовых. Предварительные расчеты показывают возможность их последующей рентабельной отработки в современных экономических условиях.

1.4. Методика и объемы проектируемых работ

1.4.1. Геологические задачи и методы их решения

В соответствии с геологическим заданием целевым назначением работ является разведка запасов глубоких горизонтов участка, расположенного между первой и второй рудных зон месторождения с подсчетом запасов по категориям C_1+C_2, оценка их промышленной значимости и условий разработки, при этом должны быть решены следующие геологические задачи:

- составление, государственная экспертиза и утверждение проектно – сметной документации на разведочные работы в установленном порядке;

- изучение морфологии, вещественного состава и условий залегания предполагаемых рудных тел, определение масштабов распространения оруденения на глубину, количественная оценка запасов по категориям C_1+C_2;

- изучение качественных характеристик руд и их технологических свойств;

- изучение гидрогеологических и горнотехнических условий отработки месторождения

- разработка и утверждение ТЭО разведочных кондиций;

- составление отчета с подсчетом запасов и представление его на государственную экспертизу.

Поставленные задачи будет решаться комплексом ГРР включающим бурение разведочных, гидрогеологических и инженерно – геологических скважин, комплекса ГИС, опробования, топографо-геодезических, лабораторных и камеральных работ.

Проектом предусматривается круглогодичное проведение работ.

Сметная стоимость работ определена в соответствии с "Инструкцией по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы", 1993 г. - с использованием норм ССН-92, СНОР-93, а при их отсутствии – прямыми сметно-финансовыми расчетами.

Для определения сметной стоимости работ в действующих на 2012 г. ценах, использовались индексы удорожания, утвержденные Начальником Управления по недропользованию Красноярского края.

Расчет сметной стоимости производился с применением следующих коэффициентов:

районный коэффициент – 1,5;

коэффициент к материалам – 1,0;

коэффициент амортизации – 1,0;

накладные расходы – 33%;

плановые накопления – 0%;

доплаты – 12,61%.

транспортировка грузов и персонала – 9,6%

1.4.2. Организация

Работы по проекту будут выполняться геологоразведочной партией ЗАО «Полюс», расположена в промышленной зоне Олимпиадинского ГОКа в 26 км от месторождения «Благодатное».

Из-за не значительного расстояния до месторождения при проведении буровых работ будет организована ежедневная доставка рабочего персонала к месту работы и обратно.

Работы планируется проводить круглогодично с 2016 по 2017 год.

1.4.3. Подготовительный период и проектирование

В подготовительный период были обобщены и проанализированы имеющиеся материалы разведочных работ 2008-2012 гг. по месторождению Благодатное.

По результатам подготовительного периода сформулированы основные геологические задачи, намечен комплекс ГРР, определены сроки проведения работ, составлена проектно – сметная документация.

1.4.4. Буровые работы

С целью уточнения морфологии ранее выявленного рудного тела и уровня содержаний золота в нём, оконтуривания на глубину, проектом предусматривается бурение разведочных скважин колонкового бурения глубиной от 570 до 660 м.

Предусматривается бурение 14 разведочных скважин, общим объемом 8610 п.м. Скважины будут расположены в створе ранее пройденных поисковых линий с целью прироста запасов категории C_1, C_2 и перевода запасов из категории C_2 в запасы более высоких категорий.

Оценка гидрогеологических и инженерно-геологических условий разработки нижних горизонтов месторождения требует изучения фильтрационных и физико-механических свойств руды и пород до глубины на 50-70 м ниже дна проектируемого карьера.

Для доизучения гидрогеологических условий месторождения предусматривается бурение 2-х гидрогеологических скважин. Скважины будут располагаться между первой и второй зоной карьера. Глубина скважин

500 м. Общий объём бурения 1000 м. Конструкция скважин выбирается исходя из возможности проведения поинтервальных откачек.

Для изучения физико-механических свойств горных пород проектом предусматривается отбор кернового материала из 2-х гидрогеологических скважин.

Данные гидрогеологические и инженерно-геологические скважины, а также все последующие работы будет выполнять подрядная организация "РемСельБурВод" на договоренной основе.

На месторождение Благодатное плотность разведочной сети принята (протокол №1081 от 23.09.2005 г. ГКЗ РФ):

категория В по простиранию 50 м, по падению 30-50 м;

категория C_1 по простиранию 50-100 м, по падению 50-100 м;

категория C_2 по простиранию 100-200 м, по падению 100-200 м.

Целевое назначение скважин и очередность их бурения приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2.

Список проектируемых скважин

№	Номер скважины	Проектная глубина, м	Группа скважины	Азимут	Целевое назначение скважины	Угол наклона
Разведочные скважины						
1	РТ-01	660	V	230^0	Перевод и прирост запасов	75^0
2	РТ-02	570	V	230^0	Перевод и прирост запасов	75^0
3	РТ-03	660	V	230^0	Перевод и прирост запасов	75^0
4	РТ-04	570	V	230^0	Перевод и прирост запасов	75^0
5	РТ-05	660	V	230^0	Перевод и прирост запасов	75^0
6	РТ-06	570	V	230^0	Перевод и прирост запасов	75^0
7	РТ-07	660	V	230^0	Перевод и прирост запасов	75^0
8	РТ-08	570	V	230^0	Перевод и прирост запасов	75^0
9	РТ-09	660	V	230^0	Перевод и прирост запасов	75^0
10	РТ-10	570	V	230^0	Перевод и прирост запасов	75^0

11	РТ-11	660	V	230^0	Перевод и прирост запасов	75^0
12	РТ-12	570	V	230^0	Перевод и прирост запасов	75^0
13	РТ-13	660	V	230^0	Перевод и прирост запасов	75^0
14	РТ-14	570	V	230^0	Перевод и прирост запасов	75^0
Итого		8610				
Инженерно-геологические скважины и гидрогеологические скважины						
15	РТ-15ИГГ	500	IV		Получения гидрогеологических параметров/ Изучение физико-механических свойств	90^0
16	РТ-16ИГГ	500	IV		Получения гидрогеологических параметров/ Изучение физико-механических свойств	90^0
Итого		1000				
Итого объем проектируемых скважин						
Разведочные скважины		8610	V			
V гр. - 14 скв., объем 10550 п.м.						
Инженерно-геологические скважины и гидрогеологичес кие скважины		1000	IV			
IV гр. - 2 скв., объем 1000 п.м.						
Итого весь объем скважин:		9610				

Все разведочные скважины наклонные под углом 75º, инженерно-геологические и гидрогеологические скважины вертикальные.

Бурение разведочных, гидрогеологических и инженерно-геологических скважин будет производиться передвижными буровыми установками со станками Boart Longyear LF-90C. Водоснабжение от ближайшего водозабора автомобильным транспортом.

Бурение будет проводиться твердосплавными и алмазными коронками. Начальный диаметр бурения разведочных скважин 93 мм, конечный 76 мм. Начальный диаметр инженерно-геологических и гидрогеологических скважин 151 мм, конечный 96 мм.

Распределение объемов по диаметрам бурения и категориям проходки принято на основании данных полученных в предшествующие годы.

Проектом предусматривается проходка скважин с выходом керна не менее 90 % как по рудному телу, так и вмещающих пород.

Согласно т.4 а), г) ССН-5, ко всему объему разведочного и инженерно – геологического бурения применяются повышающие коэффициенты: 1,1 за наклон скважин.

1.4.5. Геофизические работы

Проектом предусматривается проведения комплекса геофизических исследований в проектируемых скважинах.

Методика и техника проведения геофизических исследований в скважинах.

Геофизические исследования в скважинах будут выполняться в соответствии с «Технической инструкцией по проведению геофизических исследований в скважинах» и другими нормативными документами и инструкциями, определяющими технико-методические условия проведения работ. Общей целью всего комплекса работ является изучение физических свойств горных работ и руд в естественном залегании.

Комплекс ГИС будет проводиться на компьютеризированном аппаратурно-методическом комплексе (КАМК) «Алмаз-1» производства ОАО НПП «ВНИИГИС» (г. Октябрьский). Регистрирующая система с технологическим и прикладным обеспечением включает: цифровой регистратор «Гектор», пакет программ для регистрации и обработки геофизических данных, блок питания постоянного тока «Гекат», термоплоттер «Printrex», компьютер Notebook Armada E-500, осциллограф С1-131. Цифровая аппаратура указана ниже при описании отдельных методов.

Гамма-каротаж (ГК)

Метод гамма-каротаж, входит в стандартный комплекс при изучении месторождений твердых полезных ископаемых. Планируется осуществить для литологического расчленения разреза, выделения золоторудных зон и, возможно, собственно тел. Установлено, что зоны, как адсорбенты радиоактивного вещества, выделяются по повышенным величинам мощности экспозиционной дозы (до 30мкР/час), а в пределах собственно золоторудных тел наблюдается вынос радиоактивных элементов и соответственное снижение радиоактивности до 8-10 мкР/час. Наблюдения будут производиться комплексной аппаратурой АКИП-48. Масштаб записи 1:500. Объем детализации 10% при масштабе записи 1:50. Объем контрольных измерений 5%. Средняя относительная погрешность определения МЭД 10%.

Гамма-спектрометрический каротаж (СГК)

Метод гамма-спектрометрического каротажа планируется для определения содержаний радиоактивной триады (K, U, Th). Известно, что в

общем случае золотоносные зоны выделяются повышенными содержаниями радиоактивных элементов, а собственно золотоносные тела – пониженными. Однако различные формационные типы золоторудных объектов по-разному проявляются в уровнях содержаний и взаимных соотношениях K, U, Th. Для изучения радиоактивных свойств, сочетаний и соотношений триады в различных типах месторождений и предусматривается проведение СГК. Исследования будут выполнены с использованием аппаратурного комплекса АКИПС-48. Объем детализации 10% при масштабе записи 1:50. Объем контрольных измерений 5%. Средняя относительная погрешность определения содержаний K, U, Th 15%.

Каротаж методом сопротивлений (КС)

Каротаж методом сопротивлений, являющийся обязательным в стандартном комплексе методов, предполагается использовать для литологического расчленения разреза, определения элементов залегания горизонтов, выделения разрывных нарушений, зон окварцевания и химического выветривания, изучения электрических свойств (электросопротивления) золоторудных объектов. Исследования планируется, выполнят на приборе КСП-48. Виды зондов, межэлектродные расстояния будут выбраны в зависимости от вскрытого разреза. Масштаб записи 1:500. Объем детализации 10% при масштабе записи 1:50. Объем контрольных измерений 5%. Средняя относительная погрешность определения кажущихся электросопротивлений 5%.

Каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации (ПС)

Каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации, образующий стандартный комплекс, будет использован для литологического расчленения разреза, в первую очередь, выделения горизонтов углеродсодержащих пород. Последние, согласно применяемой ФГМ, являются геохимической ловушкой для золотого оруденения и обязательно входят в состав золоторудных зон. Кроме этого, по данным ПС возможно обособление сульфидизированных образований, контролирующих оруденение, а также оценка гидродинамической ситуации по разрезу. Работы будут выполняться в комплексе с КС с использованием аппаратуры КСП-48. Масштаб записи 1:500. Объем детализации 10% при масштабе записи 1:50. Объем контрольных измерений 5%. Средняя относительная погрешность определения электропотенциалов 10%.

Каротаж методом вызванной поляризации (ВП)

Каротаж методом вызванной поляризации будет осуществлен для расчленения разреза, выделения горизонтов вкрапленных сульфидов и определения их элементов залегания. Сульфиды повсеместно входят в состав золоторудных тел, причем установлено, что доминирующая часть золота сосредоточена в антимоните. Помимо этого, полученные сведения скважинной ВП планируется использовать при моделировании электрического разреза по данным наземных работ методом ВП. Наблюдения

будут производиться многоканальным прибором ЦСП-ВПР-М-48. Вид зонда (установки), его геометрию планируется выбрать в зависимости от конкретных геолого-геофизических условий вскрытого разреза. Объем детализации 10% при масштабе записи 1:500. Объем контрольных измерений 5%. Средняя относительная погрешность определения кажущихся электросопротивлений 5%, кажущейся поляризуемости 10%.

Каротаж магнитной восприимчивости (КМВ)

Каротаж магнитной восприимчивости предусматривается для выделения в разрезе относительно сильно магнитных пирротинсодержащих горизонтов и их элементов залегания. Как известно, пирротин является обязательным компонентом в составе золоторудных тел. Более того установлена парагенетическая связь магнитного вещества и золота. Образование пирротина обеспечивает геохимическую ловушку для последующей локализации золота (Пустозеров, 1999). Магнитоактивный горизонт располагается гипсометрически (стратиграфически) ниже золоторудного объекта или в подошве последнего, являясь своеобразным репером золотого оруденения (так называемый пирит-пирротиновый переход). В общем случае, рисунок пирротинновых тел идентичен золоторудным, но «сдвинутым» ниже по разрезу. Выделение магнитных горизонтов позволит более обоснованно осуществить корреляцию золотоносных тел в межскважинном пространстве. Работы предполагается выполнить прибором КМВ-48. Масштаб записи 1:500. Объем детализации 10% при масштабе записи 1:50. Объем контрольных измерений 5%. Средняя относительная погрешность определения магнитной восприимчивости 10%.

Скважинная магниторазведка (СМ)

Скважинная магниторазведка с измерением модуля полного вектора магнитной индукции планируется для выделения пирротинсодержащих (золотоконтролирующих) тел в межскважинном и подзабойном пространстве, а также для обоснованного объемного магнитного моделирования с использованием данных наземной магниторазведки, то есть получения информации о распределении геомагнитного поля в нижнем полупространстве. Информация СМ будет использована для определения величина и вектора намагниченности аномалии образующих объектов и их элементов залегания, необходимых для корректного осуществления моделирования. Метод СМ предусматривается осуществить скважинным протонным магнитометром МСП-Г. Масштаб записи 1:500. Объем детализации 10% при масштабе записи 1:50. Объем контрольных измерений 5%. Средняя квадратическая погрешность определения модуля магнитной индукции ±5нТл.

Инклинометрия

Инклинометрию предусматривается выполнять для установления пространственного положения ствола скважин инклинометрами КИТ-2 с

магнитной системой измерения азимутальных углов. Шаг измерения 10 м. Точность определения азимутальных углов ± 4°, а зенитных - ± 0,5°.

Расходометрия

Расходометрия будет выполняться для определения дебита пластов – коллекторов, подсеченных скважиной. Измерения будут производиться статическом и динамическом режимах наблюдений. Применяемая аппаратура – каротажный расходомер РЭТС-2. Шаг измерений 10 метров. При выявлении пластов – коллекторов, для более точного определения их мощности, пред кровлей и подошвой, шаг наблюдений будет сгущаться до 0,5-1,0 м.

Расходометрия проводится как в гидрогеологических, так и в инженерно-геологических скважинах.

Резистивиметрия

Резистивиметрия будет проводиться для выявления в разрезе скважин водоотдающих или водопоглощающих горизонтов с оценкой скорости фильтрации подземных вод в них. Аппаратура - скважинный резистивиметр типа РТ-65. Измерения будут выполняться по штатной методике, предусматривающей искусственное изменение сопротивления бурового раствора за счет увеличения или уменьшения его естественной минерализации. Количество замеров, включая измерение естественной минерализации - 6. Масштабы регистрации измеряемых параметров, скорость подъема прибора, будут определяться геолого-техническими условиями и устанавливаться в процессе работ.

Резистивиметрия проводится в гидрогеологических и инженерно-геологических скважинах.

Кавернометрия (МК)

Метод кавернометрии будет осуществлен с целью регистрации изменения диаметра скважин с глубиной. Эти сведения необходимы для введения соответствующих поправок при изучении магнитной восприимчивости горных пород и руд, гамма-спектрометрического каротажа. Регистрацию измерений планируется произвести блоком АКИПС-48 (каверномер типа КМ-2). Масштаб записи 1:500. Объем детализации 10% при масштабе записи 1:50. Объем контрольных измерений 5%. Средняя квадратическая ошибка определения диаметра ±2 мм.

1.4.6. Гидрогеологические и инженерно-геологические работы

Для получения характеристики фильтрационных свойств водовмещающих пород из гидрогеологических скважин проводятся поинтервальные откачки. Первый интервал опробования 30-130 м, второй интервал 130-500 м. При проведении откачки из второго интервала, первый изолируется при помощи пакера.

В состав опыта входит:

- подготовка и ликвидация откачки;

- проведение откачки;

- восстановление уровня после откачки.

Длительность откачки зависит от получения расчётной прямой на графике прослеживания снижения уровня. Для представительного расчетного участка на индикаторном графике откачки перед проведением откачки следует привести фильтрационное сопротивление скважины в стабильное состояние. Для этого служит прокачка. Прокачка ведётся до стабилизации дебита и полного осветления воды эрлифтом. Продолжительность прокачки до 12 часов. После прокачки для достижения исходного уровня следует пронаблюдать его восстановление в течение 12 часов.

Пробные откачки проводятся во всех скважинах. Длительность откачек 1 сутки.

По окончании откачки в каждой скважине проводится восстановление уровня в течение 12 часов.

Частота замеров при откачке и восстановлении: первые 10 минут через 1 минуту, далее до получаса через 5 минут, далее до часа через 10 минут, второй час через 20 минут, далее в течение суток – через 1 час и последующие сутки через 2 часа.

Для исключения обратной фильтрации откачиваемых вод в водоносный горизонт, предусматривается прокладка водовода до ближайшего понижения рельефа, протяжённостью не менее 50 м.

Всего будет проведено 4 откачки.

В связи с ликвидацией скважины (по причине производства гидрогеологических наблюдений в контуре карьера) оголовок на устье скважины не предусматривается. Стоимость изготовления фильтра, устанавливаемого на обсадную колонну рассчитывается дополнительным СФР. Стоимость труб учтена статьёй «расход обсадных труб».

Проведение откачек

Длительность одной прокачки составляет 12 часов, или 12/7=1,71 смены. Затраты времени на проведение прокачек равны 4×1,71 = 6,84 бр-смен.

Продолжительность откачки 24 часа или 3,43 бр-см. Затраты времени на их проведение равны:

4×3,43 = 13,72 бр-см.

Восстановление уровня

Продолжительность восстановления уровня после пробных откачек не менее 12 часов. Затраты времени на проведение восстановления уровня равны 4×12/7=6,84 бр-смен.

Прокладка и разборка временного водоотвода

Предусматривается для каждой опытной откачки прокладка временных водоотводов длиной по 50 м, из них по 10 м учтено составом работ на подготовку, ликвидацию откачек.

Дополнительные затраты времени на прокладку и разборку временных водоотводов для 4 откачек определены по ССН вып.1, ч.4, табл.55: 4×(50-10)=160 м/100×1,58 = 2,53 бр-смен.

1.4.7. Геологическая документация

По сложности геологического изучения объект относится к 4 категории сложности (горные породы, подвергшиеся процессам метаморфизма, трудно диагностируемые) (ССН-1.1, т.2).

Первичная геологическая документация керна проводится в процессе бурения скважин. Документация выполняется в журналах установленной формы, без радиометрических исследований. Объем геологической документации составит 8610,0 п.м.

Проектом предусматривается фотодокументация керна скважин с подготовительным этапом ориентирования керна по результатам кернометрии. Включает лицевую маркировку керновых ящиков, порейсовых интервалов, установку элементов масштабирования (линейки).

1.4.8. Топографо-геодезические работы

Топографо-геодезические работы на участке будут выполняться с целью обеспечения геологоразведочных работ и подсчета запасов полезных ископаемых топографической основой, а также для текущего обеспечения геологоразведочных работ. Работы будут выполнены в соответствии с требованиями «Основных положений по топографо-геодезическому обеспечению геологоразведочных работ», Л.: Недра, 1974, «Инструкции по топографическим съемкам в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500», М.: Недра, 1973, «Инструкции по нивелированию I, II, III, IV классов», М.: Недра, 1974.

Топографо-геодезическая изученность района месторождения представлена пунктами государственной триангуляционной сети 2 и 3 классов Енашиминский Полкан, Шестое Зимовье, В.Енашимо, В.Чиримба, Ен.Полкан, Енашимо, Чиримба, Олимпиадинский, Полканский, Полуторник, пунктами полигонометрии выполненными Предприятием №1 в 1979-1985 гг. и топографическими картами масштаба 1:100000 и 1:25000.

Все геодезические работы выполнены в местной системе координат №167 и Балтийской системе высот. Категория трудности – 3.

Теодолитные ходы.

Для обеспечения съёмочным обоснованием топографической съёмки м-ба 1:2000 и для геодезической привязки горных выработок на объекте будет создана сеть теодолитных ходов точности 1/2000.

Угловые и линейные измерения будут выполнены электронным тахеометром Nikon DTM-352W (№15049) одним полным приемом по трехштативной системе.

Точки теодолитных ходов будут закреплены металлическими штырями, и будут использоваться для выполнения тахеометрической съёмки м-ба 1:2000 и для геодезической привязки геологоразведочных выработок.

Нивелирование IV класса и техническое нивелирование.

Для создания на объекте высотной основы, по пунктам полигонометрии и точкам теодолитных будет выполнено нивелирование IV класса и техническое нивелирование. В качестве исходных будут приняты отметки пунктов маркшейдерского обоснования карьера «Благодатный», выполненные маркшейдерской службой ЗАО «Полюс». Работы будут выполняться нивелиром 2Н3Л (№ 01074) по трехметровым шашечным рейкам.

Тахеометрическая съемка масштаба 1:2000.

Тахеометрическая съёмка с сечением рельефа через 1,0 будет выполнена электронным тахеометром Nikon DTM-352W(№15049) в соответствии с требованиями «Инструкции по топографическим съемкам в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500», М., Недра, 1973. Будет выполнено обнов-ление топосъёмки, выполненной Предприятием №1 в 2006 году.

Съёмка будет производиться с точек съёмочного обоснования. Съёмочное обоснование будет выполнено в виде теодолитных ходов точности 1/2000, опирающихся на пункты полигонометрии. Отметки точек в теодолитных ходах будут получены из технического нивелирования.

Привязка геологоразведочных скважин.

Привязка геологоразведочных скважин будет выполнена с пунктов полигонометрии и теодолитных точек частично при выполнении съёмочного обоснования, частично при производстве тахеометрической съёмки с помощью электронного тахеометра Nikon DTM-352W (№15049).

Вынос в натуру и привязка геологоразведочных выработок будет осуществляться с пунктов маркшейдерского обоснования карьера «Благодатный» с помощью электронного тахеометра Nikon NPL-352 методом прямых засечек с соблюдением допусков, принятых для высотных теодолитных ходов точности 1:1000. По материалам измерений будет

составлен каталог координат и высот геологоразведочных выработок и скважин.

По результатам топографо-геодезических работ будут составлены планы геологоразведочных работ, разрезы по разведочным линиям, также будет составлен каталог координат и высот пунктов геодезического обоснования и каталог координат скважин.

1.4.9. Опробование

Для выявления промышленного золотого оруденения, изучения его параметров, определения концентраций элементов-спутников предусматривается керновое, групповое и инженерно-геологическое опробование.

Керновое опробование

Керновые пробы предполагается отбирать из разведочных скважин.

В связи с тем, что рудная зона выделяется только по результатам опробования, керновые пробы будут отбираться по всему интервалу скважин, пройденным по коренным породам, с учетом геологических особенностей разреза. Средняя длина пробы принимается равной 1 м. Суммарный объем таких интервалов составит 8610 проб.

В процессе опробования керн распиливается на две половинки параллельно оси, одна из которых отбирается в пробу, а вторая хранится как дубликат, из которого в последствие будут отобраны пробы на технологические исследования.

Фактический достигнутый выход керна на месторождении в предшествующие годы составил 97%. Исходя из выше приведенных данных объем кернового опробования составит:

8610×0,97 = 6351,7 п.м.

Теоретический вес одной пробы длиной 1 метр, при диаметре бурения 76 мм, выходе керна 97%, объемном весе от 1,9 до 2,9 г/см^3 будет колебаться от 2,4 до 3,7 кг.

В процессе опробования будет осуществляться постоянный контроль за представительностью керновых проб путем сравнения их фактических и теоретических весов.

Для контроля качества кернового опробования предусматривается отбор проб из вторых половинок керна. Контроль будет осуществляется постоянно в течении всего периода работы в объеме не менее 5% от объема рядового опробования, что составит 466 проб. При средней длине пробы 1 м и выходе керна 97% составит: 466×1,0×0,97 = 452 п.м

В связи с отсутствием необходимости резки керна, в нормам времени применяется поправочный коэффициент К=0,25.

Геохимическое опробование

Геохимическое опробование предусматривается с целью изучения состава и строения первичных ореолов рассеяния, их геохимической зональности, определения элементов-спутников золотого оруденения.

Навески на спектральный анализ будут отбираться из дубликатов издробленных рядовых керновых проб разведочных скважин. Количество геохимических проб из дубликатов составит:

8610 проба на спектральный анализ.

Вес проб 200-300 г.

Объем работ составит: по керну – 8610 п.м.

Групповое опробование

Отбор групповых проб предусматривается с целью более полной и усредненной характеристики вещественного состава рудных пересечений, зон и отдельных частей рудных тел, выделенных рядовым опробованием по типу руд, уровню содержаний основных полезных и вредных компонентов. Групповые пробы комплектуются из материала дубликатов рядовых проб с массой отдельных навесок, пропорциональной размеру рядовых проб.

В групповую пробу будут включаться рядовые пробы по одному рудному подсечению с близким уровнем содержания полезного компонента. Предусматривается отобрать 14 групповых проб.

Инженерно-геологическое опробование

Опробование будет проводится из гидрогеологических и инженерно-геологических скважин РТ-15ИГГ и РТ-16ИГГ с целью изучения инженерно-геологических свойств пород необходимых для расчета устойчивости бортов и основных параметров карьера.

Для предварительного изучения физико-механических свойств горных пород, необходимых для расчета устойчивости бортов и основных параметров предполагаемых карьеров, предусматривается отбор проб из тех же скважин. В связных и несвязных пород пробы отбираются через 5 м проходки скважины. По каждой литологической разности коренных не выветренных пород отбирается такое количество керна, чтобы можно было провести не менее 8 испытаний на сжатие и столько же на растяжение, длина проб 120-140 см, средняя 130 см. При большей мощности литологической разности такая проба для испытаний отбирается с каждых 30 метров.

Керн отбирается с таким расчетом, чтобы из каждого куска было возможно изготовить цилиндр с высотой в 2 раза большей диаметра керна.

Технологическое опробование

Настоящим проектом предусматривается технологическое доизучение руд месторождения на глубоких горизонтах с целью возможной изменчивости состава руд на глубине. Лабораторные пробы отбираются с

таким расчетом, чтобы обеспечить наибольшую представительность. Всего предусматривается отобрать 6 укрупненных технологических проб, массой каждой пробы по 350 кг. Пробы будут отобраны из вторых половинок керна разведочных скважин.

Пробы будут отобраны из второй половины керна диаметра 47 мм, которым и планируется пересечение рудных интервалов.

Объем опробования составляет = 350/3,2×6 = 656,2 п.м.,

где: 350 – вес одной пробы, кг;

3,2 – вес половины керна 1 м длины, D 76 мм, кг; 6 – число проб.

Обработка проб будет производиться в дробильном цехе лаборатории ЗАО ЗДК «Полюс» механическим способом с доведением размера частиц до 0,074 мм.

Обработка проб будет осуществляться с учетом уравнения:

$Q=kd^2$, при коэффициенте неравномерности 0,8. В процессе выполнения работ будет производиться контроль обработки проб согласно «Требованиям к обоснованию достоверности опробования рудных месторождений» (ГКЗ, 1992 г.). Объём пробоподготовки составит 21 968 проб.

Для контроля качества обработки в каждую партию проб (30 проб) будет вставляться пустая (бланковая) проба, заведомо не содержащая золота. Всего количество бланковых проб составит (21968/30=732 пробы).

Схема обработки проб приведена на рис. 1.2.

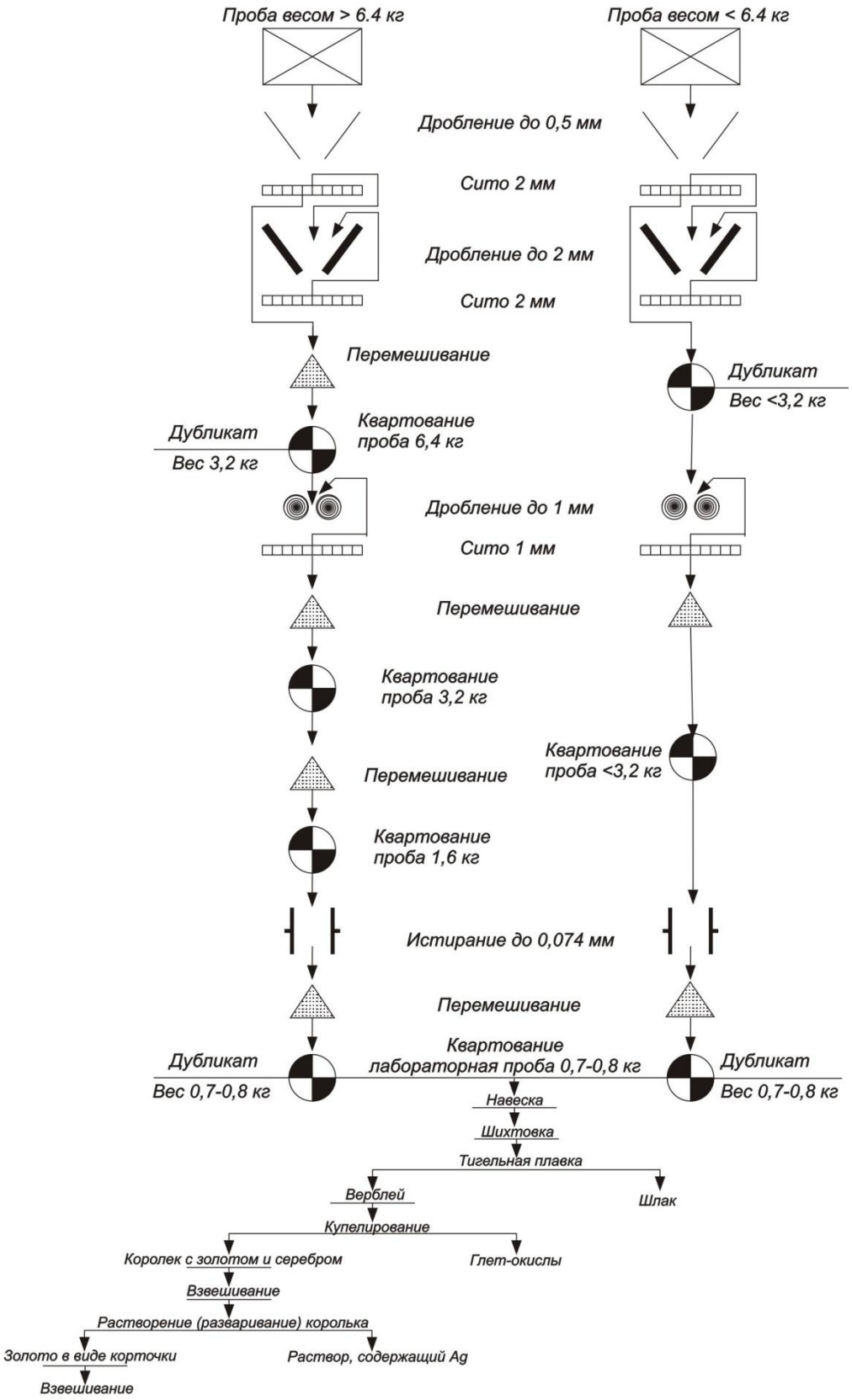


Рис. 1.2. Схема обработки проб

1.5. Подсчет ожидаемых запасов

В результате выполнения геологоразведочных работ будет уточнено геологическое строение месторождения, составлено технико-экономическое обоснование кондиций, подчитаны запасы по категории C_1 и C_2, доизучены гидрогеологические условия строительства карьера и доизучены физико-механические свойства пород на глубоких горизонтах. Ожидаемый прирост запасов составит около 25 тонн золота.

Результаты работ излагаются в геологическом отчете, составленном в соответствии с ГОСТ Р 53579- 2009 «Отчет о геологическом изучении недр» на бумажных и магнитных носителях.

Материалы ТЭО кондиций и отчет с подсчетом запасов будет представлен на государственную экспертизу.

2. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Сооружение скважин

2.1.1. Введение

Исходя из многолетнего опыта проведения геологоразведочных разведочных работ в Северо-Енисейском районе и их результатов, самым информативным методом изучения золотоносных рудных зон является колонковое бурение.

2.1.2. Задачи, объемы и сроки буровых работ

В соответствии с геологическим заданием целевым назначением работ является разведка запасов глубоких горизонтов между первой и второй рудных зон месторождения с подсчетом запасов по категориям C_1+C_2, оценка их промышленной значимости и условий разработки, при этом должны быть решены следующие геологические задачи:

- составление, государственная экспертиза и утверждение проектно – сметной документации на разведочные работы в установленном порядке;

- изучение морфологии, вещественного состава и условий залегания предполагаемых рудных тел, определение масштабов распространения оруденения на глубину, количественная оценка запасов по категориям C_1+C_2;

- изучение качественных характеристик руд и их технологических свойств;

- изучение гидрогеологических и горнотехнических условий отработки месторождения;

- разработка и утверждение ТЭО разведочных кондиций;

- составление отчета с подсчетом запасов и представление его на государственную экспертизу.

Поставленные задачи будет решаться комплексом ГРР включающим бурение разведочных, гидрогеологических и инженерно – геологических скважин, комплекса ГИС, опробования, топографо-геодезических, лабораторных и камеральных работ.

Проектом предусматривается круглогодичное проведение работ.

Сметная стоимость работ определена в соответствии с "Инструкцией по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы", 1993 г. - с использованием норм ССН-92, СНОР-93, а при их отсутствии – прямыми сметно-финансовыми расчетами.

Для определения сметной стоимости работ в действующих на 2016 г. ценах, использовались индексы удорожания, утвержденные Начальником Управления по недропользованию Красноярского края.

Расчет сметной стоимости производился с применением следующих коэффициентов:

районный коэффициент – 1,5;

коэффициент к материалам – 1,0;

коэффициент амортизации – 1,0;

накладные расходы – 33%;

плановые накопления – 0%;

доплаты – 12,61%.

транспортировка грузов и персонала – 9,6%

Работы по проекту будут выполняться геологоразведочной партией ЗАО «Полюс», расположена в промышленной зоне Олимпиадинского ГОКа в 26 км от месторождения «Благодатное». При необходимости, к выполнению отдельных видов работ будут на договорной основе привлекаться специализированные организации.

Из-за не значительного расстояния до месторождения при проведении буровых работ будет организована ежедневная доставка рабочего персонала к месту работы и обратно.

Работы планируется проводить круглогодично с 2016 по 2017 год.

2.1.3. Геолого-технические условия бурения

Месторождение Благодатное сложности строения и степени изученности относится к II группе. Разрез представлен кварц-биотит-мусковитовыми сланцами плотными с гранатом с карбонатными прожилками. Рудная зона неравномерно трещиноватая с брекчиями.

Типовой геологический разрез представлен в таблице 2.1:

Таблица 2.1

Типовой геологический разрез, интервал глубин 0 - 660 м.

Характеристика пород	Категория бури-мости	Интервал глубин, м	Мощность слоя, м
Делювиальные образования, щебень, суглинки чешуйчатые, неустойчивые	II - III	0 - 11	11
Выветрелые и трещиноватые кварц-слюдистые сланцы	IV - V	11 - 30	19
Сланцы кварц-биотит-мусковитовые с гранатом, с секущими карбонатными прожилками и редкими кварцевыми прожилками	VII - VIII	30 - 270	240
Кварцево-рудная зона в неравномерно трещиноватых кварц-биотит-мусковитовых сланцах с гранатом	VIII - IX	270 - 470	200
Пятнистые сланцы с затуханием кварцево-рудной минерализации	IX - X	470 - 660	190

2.2. Выбор способов бурения и конструкции скважины

2.2.1. Выбор и обоснование способа бурения

На стадии разведочных работ необходимо получение керна на всем интервале бурения скважин. Геологический разрез представлен горными породами III - X категорий по буримости, средне трещиноватыми, умеренно абразивными. Рудное тело крутопадающее. Исходя из типа полезного ископаемого (золото-кварц - сульфидные руды), определение минимального допустимого диаметра $d_{k\,min}$ производится, по данным литературных источников или из практики работ, на месторождениях подобного типа. По классификации ВИТР геологический разрез по типу полезного ископаемого относится к гидротермальному месторождению с равномерным распределением полезного ископаемого. Выбираем рекомендуемый минимальный диаметр керна 42 мм. В связи с этими особенностями выбираем вращательный колонковый способ бурения.

Достоинствами данного способа являются: несложная технология бурения; простота конструкции бурового снаряда; возможность получения при указанных условиях бурения качественного керна различного диаметра; бурение пород с I по XII категорию по буримости; возможность получения высокой частоты вращения; возможность бурения скважин с относительно небольшим искривлением; бурение глубоких скважин с относительно невысоким расходом энергии.

Вследствие того, что породы в разрезе твердые и отличаются разнообразием по составу и физико-механическим свойствам, а также перемежаемостью и неоднородностью по категориям буримости (от IV до X), наиболее эффективным является бурение алмазное бурение с применением снаряда ССК. Для получения керна заданного диаметра необходим снаряд типоразмера NQ.

При алмазном способе бурения отмечается высокая износостойкость алмазных резцов, что позволяет существенно повысить параметры технологических режимов бурения, механическую скорость бурения твердых и крепких пород, длину рейса и в целом производительность бурения, что является достоинствами этого способа.

2.2.2. Выбор и обоснование конструкций скважин

Основанием для выбора конструкции скважин служат: геолого-технические условия разреза, требования к выходу керна и наличие зон возможных осложнений.

Конечная глубина типовой скважины 660 м. По ранее проведенным буровым работам на участке, наиболее тяжелым видом осложнения, имеющим широкое распространение в верхней части разреза, является потеря очистного агента в зонах трещиноватости и дробления, при этом могут возникнуть осложнения: потеря очистного агента; повышенный износ бурильных труб, породоразрушающего инструмента; увеличение затрат мощности. В связи с этим, необходимо тщательно подойти к выбору конструкции скважины, интервалов установки обсадных колонн и тампонирования.

В соответствии с геологическим разрезом предусматривается конструкция скважины данного вида:

- интервал 0 - 11 м состоит из делювиальных образований, щебня, суглинков, склонен к обрушению стенок и к поглощению очистного агента. На данном интервале предусматривается забурка и бурение одинарным колонковым снарядом с промывкой диаметром 93 мм коронкой СМ 5 с последующей установкой обсадной колонны диаметром 89 мм.

- Интервал 11 - 30 м сложен выветрелыми и трещиноватыми кварц-слюдистыми сланцами. По опыту бурения ранее проведенных скважин этот

интервал не перекрывается обсадной колонной, а осложнение в виде частичного поглощения жидкости ликвидируется с помощью специального полимерного раствора.

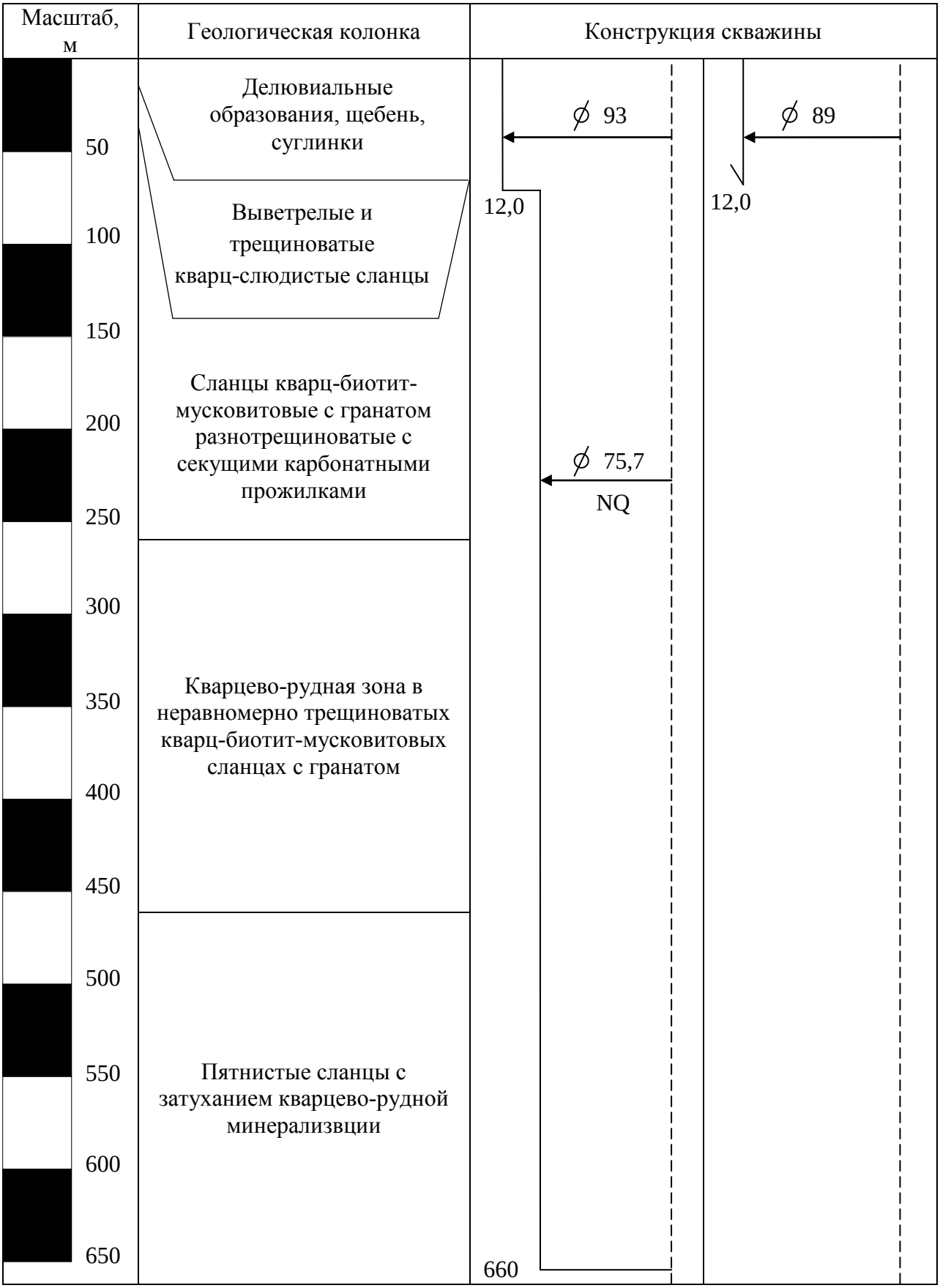
- Интервалы 30 - 270, 270 - 470 и 470 - 660 м сложены устойчивыми крепкими породами, местами слабо трещиноватыми VI - IX категории по буримости. Здесь ни каких дополнительных мероприятий не предусматривается.

При бурении всех интервалов будет применяться снаряд ССК типоразмера NQ диаметром 75,7 мм. При забуривании и прохождении интервала от 0 до 12 м будут применяться ранее использованные алмазные коронки.

Конструкция типовой скважины представлена в таблице 2.2:

Таблица 2.2

Конструкция скважины



2.3. Выбор бурового и вспомогательного оборудования

2.3.1. Выбор буровых снарядов

В связи с выше указанными геологическими условиями и необходимостью реализации высокооборотного алмазного бурения, для бурения скважин до проектной глубины во всех интервалах применяем снаряд ССК NQ (диаметр 75,7 мм), компании Boart Longyear. Бурение снарядами со съемным керноприемником является одним из прогрессивных способов колонкового бурения, позволяющего повысить производительность бурения в 1,5-2 раза и довести выход керна до 85-100% с сохранением его структуры. Так же к достоинствам ССК можно отнести возможность оперативного регулирования режимов бурения за счет извлечения керна в любой момент.

Бурение в интервалах выветрелых пород будет проводиться ранее использованными коронками.

Однако интервал от 0 до 12 м будет проходиться одинарным колонковым снарядом диаметром 93 мм с применением труб СБТМ-50 с опережающей обсадной колонной.

Бурильные трубы NQ выпускают диаметром 69,9 мм с толщиной стенок 4,8 мм и из высокопрочной стали. Имеют соединение труба в трубу. Вес 1 метра колонны - 7,8 кг. Для бурения заданных скважин используем трубы длиной 3 м. Длина колонковой трубы 4,2 м. Техническая характеристика труб приведена в таблице 2.3.

Достоинства бурения снарядами ССК следующие:

- значительно быстрее производится процесс извлечения керна.

-съемный керноприемник устанавливается во время бурения не вращается в колонковой трубе и поток промывочной жидкости не попадает внутрь керноприёмника, а движется по кольцевому зазору между колонковой трубой и керноприёмником. Таким образом, керн в неустойчивых породах защищается от разрушения, и снаряд ССК обеспечивает получение кондиционного керна там, где для этого пришлось бы применять специальные средства для повышения выхода керна.

Таблица 2.3.

Техническая характеристика труб ССК NQ

Параметры	ССК-NQ
Диаметр трубы, мм: наружный/внутренний	69,9/60,3
Толщина стенки, мм	4,8
Длина, м	3
Масса 1 м, кг	7,8
Тип соединения	Труба в трубу
Материал трубы	Сталь 38ХНМ
Зазор между бурильными трубами и стенкой скважины, мм	3

2.3.2. Выбор вспомогательного инструмента и инструмента для ликвидации аварий

В состав вспомогательного оборудования снаряда входят:

1) промывочный вертлюг - соединяет напорный шланг от бурового насоса с вращающейся бурильной колонной;

2) трубные ключи;

3) переходники и муфты - применяются, если необходимо соединить друг с другом два элемента с различным типом или размером резьбы. Переходники – замки, соединяющие буровые штанги с обсадными трубами, также представлены как «обсадные замки»;

4) вертлюги - вертлюги Universal используются для подъема буровой колонны. Во избежание скручивания серьга соединяется со стальным тросом через карабин. Большой выбор переходников позволяет использование разных размеров буровых штанг;

5) тросы и зажимы-фиксаторы - трос крепится к основной лебедке буровой установки и другим концом к карабину. Чтобы закрепить свободный конец к серьге крюка с предохранителем, используется обжимная муфта. Для бурения с ССК буровая установка оснащается дополнительной тросовой лебедкой с более тонким и длинным тросом, который крепится к овершоту;

6) аварийная насадка овершот.

На случай аварий предусматривается следующий перечень необходимого аварийного инструмента:

1) труболовка гидравлическая ССК-75,7/ZN 05.100 - используется для извлечения из скважины бурильных труб ССК, колонковых и обсадных труб

с захватом их плашками за внутреннюю поверхность. Диаметр заходной части 75,5 мм. , масса 22,8 кг;

2) труборез гидравлический ССК-75,7/ZN - предназначен для резания в скважине бурильных, колонковых и обсадных труб при аварийных работах;

3) ёрш ловильный ССК-75,7/ZN - предназначен для извлечения внутри бурильной колонны оборванного троса с присоединенным овершотом, керноприемником;

4) Метчик-коронка ССК-75,7/ZN- предназначена для извлечения из скважины колонковой трубы, алмазного расширителя или алмазной коронки с одновременным разбуриванием находящегося внутри керна;

5) ловушка секторов матриц коронки ССК-75,7/ZN - используется для очистки забоя от частей матрицы алмазной коронки, а также металлических обломков и посторонних предметов;

6) фрезер с направлением ССК-75,7/ZN - предназначен для разрушения колонкового набора или его частей, оставшихся в скважине в результате аварии;

7) керноподъемник ССК-75,7/ZN - предназначен для подъема на поверхность большого количества оставленного в скважине керна.

2.4. Технология бурения

2.4.1. Выбор очистных агентов

При выборе очистного агента следует учитывать требования по обеспечению устойчивости стенок скважины, кондиционного керна, по предупреждению потерь промывочной жидкости и в целом эффективность процесса бурения.

Проанализировав геолого-технические условия бурения, выбираем тип очистного агента, являющийся важнейшим элементом в бурении, от которого зависит производительность, стоимость, качество работ.

Для бурения скважин по интервалу от 0 до 660 м используем полимерный раствор на основе реагента SuperDrill и полиакриламида (флокулянта) Praestol 2540. Данный раствор отлично подходит для бурения в крепких абразивных трещиноватых породах, снижает трение и крутящий момент, продлевает срок службы алмазной коронки, снижает поглощение промывочной жидкости.

Количество промывочной жидкости V_P, м^3, для бурения L метров скважины определяют по формуле 2.1:

$$V_P = k_C \cdot V_P' \cdot L \qquad (2.1)$$

где k_C – коэффициент сложности (для групп сложности I, II, III, IV коэффициент k_C соответственно, равен 1; 2; 4 и 5); L – общая длина скважины, где применяют данный раствор, м.; $V_P^{'}$ – расход бурового раствора на 1 м скважины диаметром Д, м^3/м; Параметр $V_P^{'}$ определяется по формуле 2.2:

$$V_P^{'} = (4{,}7 - 6{,}3) \cdot Д^2 \qquad (2.2)$$

$$V_P^{'} = 6 \cdot 0{,}076^2 = 0{,}035\, м^3/м$$

Количество промывочной жидкости для скважины равно:

$$V_P = 3 \cdot 0{,}035 \cdot 660 = 69{,}3\, м^3$$

Для всего объема буровых работ:

$$V = 69{,}3 \cdot 14 = 970{,}2\, м^3$$

Средний состав 1м^3 раствора:

1. вода - 991 л (99,1%)
2. добавка SuperDrill (жиры в растворителе) - 3 л (0,3%)
3. полиакриламид (флокулянт) Praestol 2540 3 кг (0,3 - 0,4 %)

Таким образом расход реагентов на скважину составит:

1. SuperDrill 69,3·0,003 = 0,21 м^3;
2. Praestol 2540 69,3·0,003 = 0,2 т (200 кг);
3. вода 69,3·0,99 = 68,95 м^3.

По мере необходимости при увеличенном поглощении жидкости концентрацию полиакриламида увеличивают на 0,05 - 0,1 %.

2.4.2. Выбор породоразрушающего инструмента и параметров бурения

По всему интервалу бурения скважины 0 - 660 м целесообразно использовать алмазные импрегнированные коронки Boart Longyear серии UMX, с типом матриц 08 - 09UMX Q со стандартным профилем и высотой

матрицы 25 мм Stage 3, и алмазный калибрующий расширитель самого высокого качества, с длительным сроком службы, для использования в глубоких скважинах. При бурении твердой породы в нормальных условиях обеспечивает совместную отработку от 6 до 8 импрегнированных коронок на один расширитель.

Коронки имеют стандартный профиль и конфигурацией Stage 3, который подходит для разных типов пород, а максимальный профиль позволяет увеличить время бурения и сократить время на СПО. Диаметр коронок 75,7 мм (NQ) для 08 UMX Q V - VII категории буримости, для 09UMX Q VIII - X соответственно.

Нагрузку на алмазную импрегнированную коронку G_0, кН, рассчитывают по формуле 2.3:

$$G_0 = \alpha \cdot C_y \cdot S \qquad (2.3)$$

где α – коэффициент, учитывающий трещиноватость и абразивность пород, для трещиноватых (α = 0,7 – 0,8); C_y – удельная нагрузка на 1 см^2 рабочей площади торца коронки (Cy = 0,9); S – рабочая площадь торца алмазной коронки, см^2 ; Расчетный параметр S определяется по формуле

$$S = \beta \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D_H^2 - D_B^2) \qquad (2.4)$$

где: D_H и D_B - соответственно, наружный и внутренний диаметр коронки, см; β – коэффициент уменьшения площади торца коронки за счет промывочных каналов; β = 0,8.

В соответствии с решением получим следующие значения искомых параметров:

$$S = 0.8 \cdot \frac{3.14}{4} \cdot (7.57^2 - 4.76^2) = 14{,}23 \text{ см}^2$$

$$G_0 = 0{,}8 \cdot 0{,}9 \cdot 14{,}23 = 10{,}24 \text{ кН}$$

При алмазном бурении частоту вращения коронки принимают в зависимости от свойств горных пород и промывочной жидкости. При наличии абразивных и трещиноватых пород и пород, образующих абразивный шлам, при использовании вязких промывочных жидкостей или значительной окружной скорости вращения коронки происходит ее

интенсивный износ. Кроме того, в этом случае появляются достаточно сильные вибрации снаряда.

Повышение частоты вращения коронки ведет к росту механической скорости бурения. Поэтому при любой возможности (в монолитных, малоабразивных породах, при промывке маловязкими растворами, уменьшающие трение, нагрев и износ матрицы, снижающие вибрацию снаряда) необходимо использовать повышенные окружные скорости.

Определяем частоту вращения алмазной коронки n (мин$^{-1}$) следующей формуле:

$$n = \frac{38{,}2 \cdot V_0}{D_H + D_B} \tag{2.5}$$

где: V_0 - окружная скорость коронки м/с (V_0 = 4,0).

$$n = \frac{38{,}2 \cdot 4}{0{,}076 + 0{,}048} = 1230 \text{ мин}^{-1}$$

Расход промывочной жидкости, Q л/мин, берется рекомендуемый производителем. При диаметре 75,7 мм (NQ) расход берется от 25 до 35л/мин.

Параметры режимов бурения приведены в таблице 2.6:

Таблица 2.6

Итоговая таблица параметров режима бурения

Характеристика пород	Категория буримости	Интервал глубин, м	Осевая нагрузка, кН	Частота вращения, $мин^{-1}$	Расход жидкасти, л/мин
Делювиальные образования, щебень, суглинки, неустойчивые	III - IV	0 - 11	7	200	20
Выветрелые и трещиноватые кварц-слюдистые сланцы	IV - V	11 - 30	8	400	25
Сланцы кварц-биотит-мусковитовые с гранатом, с секущими карбонатными прожилками	VII - VIII	30 - 270	10	1000	30
Кварцево-рудная зона в неравномерно трещиноватых кварц-биотит-мусковитовых сланцах с гранатом	VIII - IX	270 - 470	10	1000	30
Пятнистые сланцы с затуханием кварцево-рудной минерализации	IX - X	470 - 660	12	1100	35

2.5. Техника и технология направленного бурения

Проектом предусматривается бурение 14 наклонных скважин с применением технологии и средств направленного бурения. Более подробно об этом изложено в специальной части дипломного проекта.

2.6. Тампонирование скважин

2. 6.1. Анализ осложненных зон

По пробуренным ранее поисковым скважинам и проведенным в них исследованиям (кавернометрия, расходометрия и т.д.) в данном геологическом разрезе можно выделить возможные осложненные зоны. Возможные осложнения и мероприятия по их предупреждению представлены в таблице 2.7:

Таблица 2.7

Возможные осложнения и мероприятия по их предупреждению

Характеристика пород	Интервал глубин, м	Характер осложнения	Мероприятия по предупреждению
Делювиальные образования, щебень, суглинки чешуйчатые, неустойчивые	0 - 11	Обрушение стенок скважины, поглощение очистного агента	Проходка интервала с полимерным раствором и последующая установка обсадной колонны на глубину 12м
Выветрелые и трещиноватые кварц-слюдистые сланцы	11 - 30	Частичное поглощение очистного агента	Бурение с добавками SuperDrill и Praestol 2540
Сланцы кварц-биотит-мусковитовые с гранатом, с секущими карбонатными прожилками и редкими кварцевыми прожилками	30 - 270		Бурение с добавками SuperDrill и Praestol 2540
Кварцево-рудная зона в неравномерно трещиноватых кварц-биотит-мусковитовых сланцах с гранатом	270 - 470	Частичное поглощение очистного агента, повышенный износ ПРИ	Бурение с добавками SuperDrill и Praestol 2540
Пятнистые сланцы с затуханием кварцево-рудной минерализации	470 - 660		Бурение с добавками SuperDrill и Praestol 2540

Проектом не предусматривается специальные тампонажные работы, а поглощения будут ликвидироваться с помощью растворов.

2.7. Поверочные расчеты

Расчет затрат мощности на бурение скважин, а так же расчет бурильных труб проводится не будет, выбранные бурильные трубы и буровое оборудование (см. гл. 2.1.8.) обладает достаточными прочностными характеристиками и запасом мощности для бурения проектных скважин.

2.8. Выбор бурового оборудования

2.8.1. Выбор основного бурового оборудования

Исходя из геологических условий и географических условий работы используем передвижную буровую установку фирмы Boart Longyear LF-90C.

Оснащение буровой установки:

- дизельный двигатель с жидкостным охлаждением и турбонаддувом;
- штатный буровой насос FMC;
- миксер для приготовления очистных агентов;
- гидравлический трубодержатель;
- основная лебедка;
- лебедка ССК;
- набор КИП.

Набор КИП, в свою очередь, в себя включает:

- пусковая панель;
- манометр осевой нагрузки;
- тахометр двигателя;
- тахометр вращателя;
- манометр для промывочной жидкости;
- расходомер промывочной жидкости;
- датчик переподъема бурильных труб;
- бортовой компьютер.

Все буровое оборудование имеет плавно регулируемый гидравлический привод от бурового станка. Расширенные характеристики представлены в таблице 2.8:

Таблица 2.8

Характеристики буровой установки

Номинальная глубина бурения, м		
BQ NQ HQ PQ		1385 1064 722 476
Силовая установка		
Двигатель Рабочий объем Максимальная мощность		Cummins QSB 6,7 L 6,7 литра 158 кВт/220 л.с.
Номинальные значения частоты вращения и крутящего момента		
	Частота, об/мин.	Кр. момент, Нм
1 2 3 4	122 - 199 246 - 400 439 - 714 769 - 1250	5322 - 3254 2648 - 1620 1486 - 908 849 - 519
Мачта и система подачи		
Ход вращателя Усилие подачи вверх Усилие подачи вниз Длина свечи Угол забуривания		3,35 м 111797 Нм 58957 Нм 6 м От 45° до 90°
Грузоподъемные механизмы		
	Главная лебедка	Лебедка ССК
Скорость подъема Диаметр троса Прочность на разрыв	5,3 м/мин 15 мм 23042 кг	145 м/мин 4,8 мм 2268 кг

2.8.2. Выбор оборудования для приготовления промывочной жидкости

Ритмичность работы буровой установки во многом зависит от правильного выбора оборудования для приготовления промывочных жидкостей. Его выбор производят в соответствии с разработанной технологией промывки скважины и принятой промывочной жидкостью. При использовании в качестве промывочной жидкости многокомпонентных растворов выбирают способ их приготовления.

Для приготовления бурового раствора предусматривается система, включающая в себя следующие элементы:

1) двухсекционная емкость с перегородкой объемом 8 м^3- зумпф (3 м^3- отстойник, 5 м^3- рабочая секция)**.** В одну секцию сливается готовый раствор и оттуда же закачивается буровым насосом раствор в скважину. Выходящий

раствор со шламом поступает в другую секцию емкости - отстойник, где шлам отстаивается, а верхняя часть отстоявшегося раствора переливается через перегородку в секцию для чистого раствора; Емкость смонтирована под вспомогательным зданием , для работы в зимнее время изолирована от внешней среды в специально смонтированном каркасном сооружении, утепленным термоизоляционным материалом. Отопление производится потоком горячего воздуха, подаваемого обогревателем ОВ-95. Подробно в пункте 3 данного проекта;

2) ёмкость для приготовления бурового раствора объемом 0,2 $м^3$ и имеет широкую горловину на дне с пробкой. Это необходимо для быстрого и полного слива готового раствора. Наличие данной емкости связано с тем, что приготовление раствора с помощью миксера в рабочей емкости даже из одного реагента при работающем буровом насосе нежелательно, так как на храпке всасывающего шланга насоса могут налипать недостаточно распустившиеся частицы полимера. Последние при дальнейшем распускании могут перекрыть отверстия храпка, что приведет к прекращению подачи раствора в скважину. Кроме того, нераспустившиеся частицу могут через перегородку уходить в другую половину емкости (отстойник), где будут оседать. Таким образом, в рабочую емкость следует сливать готовый раствор, приготовленный в принятой емкости 0,2 $м^3$. Для улучшения слива раствора дно емкости имеет небольшой уклон в сторону горловины для слива;

3) ёмкость объемом для чистой воды, откуда вода закачивается специальным насосом или самотеком из водовозки, в емкость для приготовления раствора.

4) высокооборотный миксер для приготовления бурового раствора.

Схема размещения емкостей и оборудования для приготовления бурового раствора представлена на рис. 2.1.

Необходимое количество реагентов хранится во вспомогательном здании. При надобности недостающие компоненты бурового раствора можно без труда подвезти.

Водоснабжение для приготовления промывочной жидкости буровой установки будет осуществляться водовозками из ближайшего водозабора на реке Енашимо на расстояние 1,0-3,6 км.

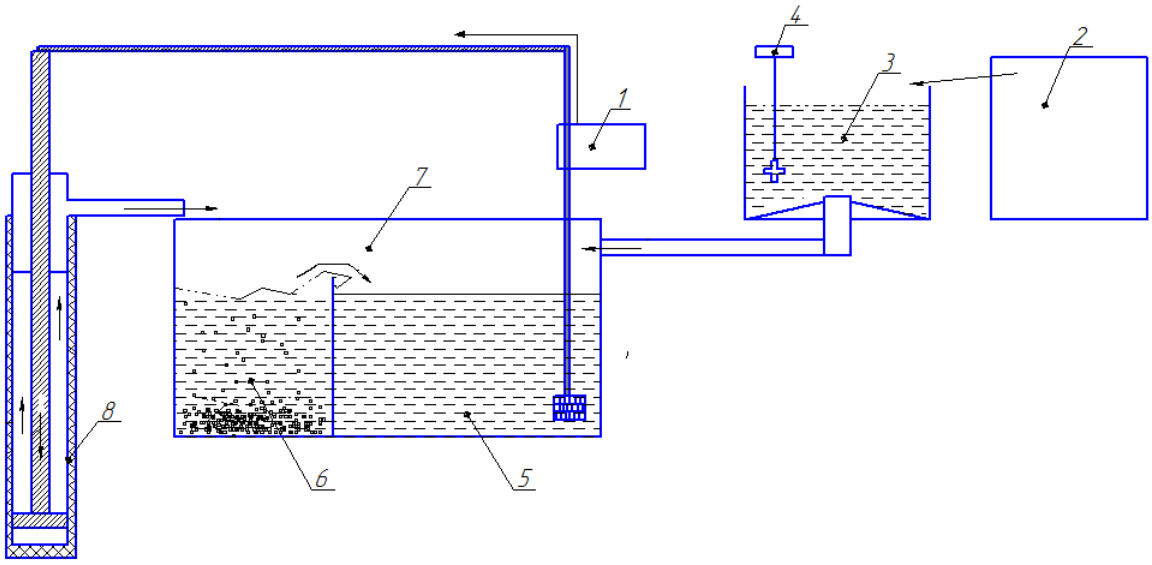


Рис.2.1. Схема размещения емкостей и оборудования для приготовления бурового раствора: 1 - буровой насос; 2 - емкость для чистой воды; 3 - емкость для приготовления раствора; 4- миксер; 5 - рабочая секция; 6 - секция «отстойник»; 7 - емкость (зумпф); 8 - скважина с буровым инструментом.

2.8.3. Выбор средств очистки бурового раствора

Проектом предусматривается механическая очистка бурового раствора путем его отстаивания в одной из секций зумпфа (п. 2.1.8.2. Рис. 2.1.).

2.8.4. Выбор бурового здания

Буровой станок планируется установить в передвижное буровое здание, с люками для подъема буровой мачты и проведения СПО, на санном основании с габаритами 9000×3960×3290 мм. В здании монтируется, кроме станка, буровой насос, печь для обогрева верстак, стеллаж для буровых ключей и инструмента, освещение.

Освещение буровой установки питается от штатного дизельного двигателя через генератор с напряжением 12 В.

Для предотвращения попадания осадков внутрь и потерь тепла предусматривается укрытие буровой мачты и люков морозостойким прочным материалом.

Для проведения СПО и вспомогательных работ предусмотрено применение специального технического здания, с расположенными внутри сварочным аппаратом, печью, стеллажами для бурильных труб. Специальное здание так же устанавливается на санное основание.

Подробная схема расположения оборудования указана в чертежах дипломного проекта.

Так как буровые работы будут проводиться в пределах действующего карьера, то перевозка зданий и оборудования будет осуществляться с помощью карьерной техники в виде тяжелых бульдозеров или трелевщиков.

2.9. Ликвидационный тампонаж

После завершения буровых работ предусматривается ликвидационный тампонаж всех скважин. Тампонажный раствор будет изготовлен из смеси портланд цемента, бурового шлама и воды. Весь объем раствора рассчитывается по формуле 2.6:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot L \cdot 14 \qquad (2.6)$$

где r - радиус скважины, м; L - средняя глубина скважин, м; 14 - всего скважин.

$$V = 31{,}4 \cdot 0{,}04^2 \cdot 615 \cdot 14 = 43{,}3 \text{ м}^3$$

3. ОХРАНА ТРУДА И ПРИРОДЫ. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

3.1. Мероприятия по технике безопасности, промсанитарии и противопожарной технике

3.1.1. Требование к площадкам

При проведении буровых работ к площадкам предъявляются следующие требования:

- отсутствие наземных и подземных инженерных сооружений;

- расстояние до сооружений должно быть не менее высоты буровой мачты + 10 м;

- очистка площадки от сухой травы, деревьев, кустарника;

- выравнивание площадки при наличии неровностей;

- сооружение путей подъезда;

- при работе в карьере расстояние от края борта карьера не менее 3 м.

3.1.2. Требования к буровым зданиям

Требования, предъявляемые к буровому зданию:

- здание со сплошной обшивкой стен должно иметь 2 выхода с открывающимися наружу дверями;

- световая площадь окон должна составлять не менее 10 % от площади пола;

- пол здания должен быть ровным, без щелей, из досок толщиной не менее 50 мм

- лестницы должны быть металлическими шириной не менее 0,6 м с шагом ступеней не менее 0,15 м и не более 0,25 м;

- рабочие места бурильщика и его помощника на передвижных установках должны иметь прочный пол и укрытие от неблагоприятных погодных условий;

- проходы для обслуживания техники в передвижных установках должны быть шириной не менее 0,7 м.

- трап делается из досок толщиной не менее 40 мм, шириной 2 м и уклоном 1:10.

3.1.3. Требования к площадкам ГСМ

Расположение площадок ГСМ при следующих условиях:

- площадка должна быть очищена от сухой травы, мусора;

- расстояние до буровой установки и производственных помещений не менее 50 м;

- площадка ГСМ должна быть по уровню ниже остальных объектов;

- вокруг должна быть окопана рвом, или сооружен вал;

- бочки с топливом наполняются на 95 %;

- должен стоять плакат с надписью: "Огнеопасно! Не курить!".

3.1.4. Пожарная безопасность при ГРР

Территория вокруг буровой установки должна быть очищена от сухой травы, валежника, кустарника и деревьев в радиусе 15 м.

Запрещается загрязнять территорию горючими жидкостями.

Вырубка деревьев и кустарника должна производиться по согласованию с органами лесного хозяйства или другими организациями, на территории которых ведутся работы.

Использованные и промасленные обтирочные материалы должны уничтожаться за пределами территории буровой установки с соблюдением требований пожарной безопасности.

Запрещается на буровой установке:

а) разводить открытый огонь и применять факелы и прочие источники открытого огня для освещения и других целей;

б) хранить запас топлива более сменной потребности;

в) располагать электропроводку в местах ее возможного повреждения;

г) утеплять буровую вышку и здание легко воспламеняющимися материалами;

д) разводить костры на расстоянии ближе 15 м от буровой установки.

Перед выездом в поле со всеми работниками производится инструктаж по противопожарной безопасности при ведении геологоразведочных работ.

Назначаются лица, ответственные за состояние пожарной безопасности в каждом отряде, бригаде, палатке. Ответственность за состояние пожарной безопасности возлагается на начальников участков, отрядов, партии.

Каждый работник отряда должен быть ознакомлен со своими обязанностями на случай пожара.

При возникновении очага пожара работники немедленно приступают к тушению его, одновременно сообщив о пожаре руководству участка, партии.

В случае большого очага пожара, если возникла угроза участку, базе, люди, техника, материальные ценности эвакуируются в безопасное место: на

речные косы, безлесные участки. Организуется наблюдение за очагом пожара и принимаются необходимые меры по защите людей.

В зоне расположения лагеря в зданиях электростанций, на буровых и на территории складов ВМ оборудуются пожарные щиты.

Оборудование пожарного щита:

- огнетушители – 3 шт.;
- ведра железные – 2 шт.;
- багры – 2 шт.;
- ломы – 2 шт.;
- топоры – 2 шт.;
- лопаты – 2 шт.;
- бочка с водой – 2 шт.;
- ящик с песком – 2 шт.

3.2. Охрана труда и охрана природы

3.2.1. Охрана труда

Все работы, предусмотренные проектом, будут проводиться в соответствии с «Правилами безопасности при геологоразведочных работах, 1991 г.», «Правилами пожарной безопасности для геологоразведочных организаций и предприятий, 1990 г.», «Единой системы контрольно – профилактической работы в ЗАО «Полюс».

Для создания безопасных условий труда до начала работ будут решены следующие вопросы:

- обеспечение полевого отряда транспортным средством, средством связи, материалами, снаряжением и продовольствием, доставка на участок работ;
- разработан календарный план и составлен график бурения скважин на месторождении;
- разработан план организационно-технических мероприятий по предупреждению травматизма, пожаров и аварий.

Начало работ разрешается только после готовности подразделения к этим работам. Состояние готовности проверяется комиссией согласно приказа по предприятию и оформляется актом. Все выявленные недостатки должны быть устранены до начала работ.

Наиболее опасным из проектируемых видов работ является бурение.

Основной объем разведочного бурения по Проекту намечен в пределах действующего карьера. Проведение всех видов работ на карьере,

относящегося к опасным производственным объектам, выполняется в соответствии со следующими нормативными документами:

- «Правилами организации и осуществления производственного контроля по соблюдению требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте» (Постановление Правительства РФ №263 от 10.03.1999г.),

- «Едиными правилами безопасности при разработке МПИ открытым способом» (ПБ 03-498-02);

- «Инструкцией об охране труда работников всех производств, занятых на открытых горных работах» (ИОТ «Полюс» №03-001-07); Инструкциями, разработанными для конкретных способов и видов бурения.

К наиболее общим требованиям к организации буровых работ в пределах карьера относятся:

-по организации работ – буровые работы проводятся при утвержденных планах и графике буровых работ, согласованных с эксплуатационными работами, при наличии оформленных на буровой установке геолого-технического наряда (ГТН), Акта на заложение скважины, сменных наряд-заданий и утвержденных наряд-допусков на обустройство буровых площадок и проведение бурения в опасных условиях

- по оборудованию:

а) все техническое оборудование и технические устройства, в т.ч. иностранного производства, должны иметь сертификаты соответствия требованиям промышленной безопасности и разрешения на применение, выданные органами Госгортехнадзора в соответствии с Правилами применения технических устройств на опасных производственных объектах;

б) эксплуатация, обслуживание технических устройств и оборудования, монтаж, демонтаж должны производиться в соответствии с руководствами по эксплуатации, техническими паспортами и другими нормативными документами заводов – изготовителей;

в) нормируемые заводами-изготовителями технические характеристики оборудования должны выдерживаться на протяжении всего периода эксплуатации;

г) буровые установки и обслуживающий их транспорт должны иметь технические паспорта, содержащие основные технические и эксплуатационные характеристики и быть укомплектованными – средствами пожаротушения, аварийными знаками, медицинскими аптечками, упорами для колесной техники, сигналами движения заднего хода, проблесковыми маячками, зеркалами обзора, предусмотренным ремонтным инструментом.

Особое внимание при ведении буровых работ уделяется соблюдению техники безопасности при постановке передвижных установок на точки

бурения, перемещениям между точками по уступам карьера и контролю за оснасткой и работой спуско-подъемных механизмов:

- при постановке на точку буровая установка ставится на спланированную площадку уступа, вне призм обрушения на расстоянии 7.0-12.0 м от откоса уступа в зависимости от его высоты и 3.0м от бровки уступа с ориентировкой установки длинной осью перпендикулярно бровке уступа. К буровой должны быть сделаны удобные подъезды, в т.ч. для мобильной каротажной станции, канавы отвода дождевых и талых вод. Бровки уступа сохраняются и при необходимости ставятся дополнительные по краю уступа ограждения.

По малогабаритным площадкам в пределах рабочих уступов карьера разрабатываются отдельные схемы их обустройства, предусматривающие:

а) очистку верхних берм уступов и откосов от нависающей горной массы и признаков шелушения и заколообразования пород;

б) при необходимости проводится укрепление верхней части уступов бурением и цементацией коротких скважин с установкой анкеров для крепления и навески металлических защитных сеток на откосы уступов в месте постановки буровых агрегатов и обустройства проездов вдоль откосов с предохранительными зонами возможного обрушения пород.

- перемещение буровой установки по спланированной площадке уступа допускается с поднятой мачтой. При перемещении с уступа на уступ или под высоковольтными линиями (ВЛ) мачта должна приводиться в транспортное положение, буровой инструмент снят или надежно закреплен. Трасса перемещения должна очищаться от снега и обледенелой горной массы, преодолеваемые уклоны не должны быть более 10°. Транспортировка буровой установки производится только на жесткой сцепке. Вспомогательное оборудование перевозится раздельно;

- бурение скважин производится в соответствии с инструкциями, разработанными для каждого вида и способа бурения, по отработанным технологическим режимам, не ухудшающим параметры отклонений траекторий скважин от заданных по проекту;

- подъемная тросовая оснастка буровой установки должна быть рассчитана на максимальные нагрузки и иметь 5-ти кратный запас прочности;

- буровые установки работающие в карьере должны быть оборудованы комплексом технических средств, обеспечивающих контроль и управление процессом бурения и безопасность работ, в т.ч. телефонной связью (радиосвязью) с коммутатором или диспетчерской службой карьера и далее через них с базой ГРП;

- в процессе буровых работ должен осуществляться постоянный контроль за буровым инструментом и производиться своевременная выбраковка износившегося снаряда и инструмента.

Весь буровой персонал должен строго соблюдать трудовой распорядок и режим работы в карьере, знать график проведения взрывных работ и связанные с ними перерывы в работе с выездом на поверхность на время отпалок, знать систему предупредительной сигнализации о взрывных работах. При появлении признаков опасности зажима снарядов в скважинах на время взрывов осуществлять их своевременный подъем. Перед началом работ все работники проходят профилактический медосмотр.

Все работники перед началом работ проходят вводный инструктаж и повторный на рабочем месте – не реже двух раз в год.

ИТР сдают экзамены по ТБ не реже одного раза в три года, а выезжающие на полевые работы – ежегодно перед началом работ.

Перечень средств техники безопасности, необходимых для проведения работ, предусмотренных проектом, приведен в таблице 3.1:

Таблица 3.1

Перечень средств техники безопасности

№ п/п	Наименование средств	Ед. изм.	Всего
1	2	3	4
Средства защиты			
1	Каски защитные	шт.	15
2	Подшлемники к каскам	шт.	15
3	Лицевые накомарники	шт.	15
4	Репелленты	флак.	45
5	Аптечки первой помощи	шт.	5
6	Индивидуальные пакеты пер вой помощи	шт.	30
7	Перчатки диэлектрические	пар	15
8	Коврики диэлектрические	шт.	6
9	Указатели напряжения	шт.	8
10	Электроинструмент с изоли рующими ручками	компл.	6
11	Противоэнцефалитные костюмы	компл.	30
Охранные и спасательные средства			
12	Пояса предохранительные	шт.	4
13	Огнетушители	шт.	12
14	Противопожарный инвентарь	компл.	6
Сигнальные средства			

15	Фонари аккумуляторные	шт.	15
16	Приемник радиосвязи индивидуальный «Kenwood TK - 2206»	шт.	6
17	Радиостанция «Kenwood TRC - 80»	шт.	1

3.2.2. Охрана природы

3.2.2.1. Характеристика проектируемого объекта, как источника загрязнения окружающей среды.

Разведочные работы на глубоких горизонтах месторождения Благодатного будут проводиться в контуре действующего карьера в границах горного отвода.

В целом влияние проектируемых разведочных работ на глубоких горизонтах месторождения Благодатного на окружающую среду оценивается как незначительное. Однако имеет место прогноз локального воздействия на окружающую среду, выраженный в следующих аспектах по этапам реализации:

- незначительное воздействие на атмосферный воздух – выброс загрязняющих веществ при работе передвижных источников, от испарения нефтепродуктов при заправке техники и из резервуаров, пылении при перемещении грунта при планировке площадки под буровые и незначительном устройстве (восстановлении) подъездных путей в пределах действующего эксплуатирующего карьера месторождения Благодатного;

- незначительное воздействие при размещении отходов производства и потребления в результате ежесменной работы персонала;

- воздействие на животный мир заключается в причинении беспокойства за счет шума работающей техники.

- применение буровых растворов не сказывается на загрязнение окружающей среды, так как химическая составляющая раствора изготовлена из биоразлагаемых органических веществ, так же проектом предусматривается перечень мероприятий про очистке и утилизации буровых растворов.

Воздействие геологоразведочных работ носит локальный по площади и непродолжительный по времени характер.

Расчеты экологических платежей за негативное воздействие на окружающую среду за период проведения разведочных работ на глубоких горизонтах
месторождения Благодатного включены в общие расчеты платежей за загрязнения и представлены в соответствующем разделе Книге 1,2,3,4,5. Том 8 – Горнодобывающее и перерабатывающее предприятие на базе

месторождения «Благодатное» (Охрана окружающей среды – П2-937/08-03-ООС).

3.2.2.2. Мероприятия по охране окружающей среды при проведении геологоразведочных работ

Охрана атмосферного воздуха

Все источники выбросов загрязняющих веществ являются неорганизованными, действующими периодически.

Учитывая, что все источники являются низкими (до 2 м), можно предположить, что максимальные приземные концентрации будут наблюдаться в непосредственной близости от работающей техники и механизмом. Загрязнение атмосферного воздуха за пределами промплощадки не распространится.

Вопросы по утверждению нормативов ПДВ решаются ЗАО «Полюс» в целом по предприятию в составе разрешительной документации.

Охрана окружающей среды при складировании (утилизации) отходов производства

Для предотвращения воздействия отходов на окружающую среду предусматриваются следующие мероприятия:

- установка промаркированных металлических, герметичных емкостей для сбора отходов;

- своевременный вывоз отходов на полигон ТБО Олимпиадинского ГОКа для захоронения.

Вопросы по нормированию образования и установления лимитов по размещению отходов решаются ЗАО «Полюс» в целом по предприятию в составе разрешительной документации.

Мероприятия по охране животного мира

Мероприятия по защите животного мира в настоящее время сводятся к выплатам ущерба объектам животного мира, которые будут перечислены на счет финансового управления Северо-Енисейского района и израсходованы на цели охраны животного мира.

4. СПЕЦИАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОЛОНН ТИПА ССК ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОНОВОК СО СМЕЩЕННЫМ ЦЕНТРОМ МАСС

4.1. Введение

Проектом предусматривается бурение 14 наклонных разведочных скважин у углом наклона к горизонту 75°. В данных условиях возникает проблема повышения эффективности работы колонны бурильных труб. При высокочастотном алмазном бурении проблема повышения эффективности работы колонн в настоящее время решается путем применения статически сбалансированных бурильных труб типа ССК с высокой степенью точности изготовления, что при бурении скважин в сложных геологических условиях является не всегда эффективным методом, так как колонна подвержена различным динамическим нагрузкам, вибрациям, деформациям. Эти нагрузки возникают из-за углов наклона скважины, переменных значений коэффициента трения, сжатия колонны в призабойной ее части, заданных параметров бурения. В результате стандартные трубы ССК оказываются динамически несбалансированными, так как под действием выше перечисленных факторов они изгибаются в скважине, что приводит к высоким затратам мощности, низкой механической скорости, повышенному износу снаряда и искривлению скважины.

Как известно при вращательном бурении геологоразведочных скважин колонна бурильных труб служит проводником при передаче энергии к забою для разрушения горной породы. Количество энергии, дошедшей до забоя в виде величины осевой нагрузки и стабильного крутящего момента, зависит от множества факторов, важнейшим из которых является сила трения скольжения между колонной и стенками скважины и усилие прижатия деформированной компоновки к стенке скважины. При высоких значениях коэффициента трения и радиального зазора между колонной и стенкой скважины колонна деформируясь, ведет себя не стабильно, возможно возбуждение поперечных и крутильных колебаний и не эффективных видов движения, таких как обратная прецессия.

Таким образом, решение проблемы повышения показателей буровых работ, связанных с работой колонны, состоит в том, чтобы подобрать значения параметров системы «колонна – скважина», которые бы снижали вероятность возникновения обратной прецессии. Этот вид движения по известной и уже принятой терминологии имеет условное обозначение $Ф_3$.

Для улучшения работы колонны и приведения ее вида движения к движению типа $Ф_1$ (вращение колонны вокруг собственной оси и вокруг оси скважины) используются различные методы. При высокочастотном алмазном бурении проблема повышения эффективности работы колонн в настоящее

время решается применением высоко сбалансированных бурильных колонн типа ССК с высокой степенью точности выполнения соосности соединения. Так же широко используется применение различных смазок для снижения коэффициента трения.

Целью данной работы будет разработка технических средств и рационального их использования для реализации вращения компоновки по типу $Ф_1$.

4.2. Цели и задачи

Актуальность данной работы заключается в том, что предложены решения, позволяющие повысить эффективность работы бурильной колонны в сложных горно-геологических условиях путем приведения вида движения сжатого участка колонны к самому эффективному виду движения - прямой прецессии.

Целью работы является повышение эффективности работы бурильных колонн путем применения компоновок со смещенным центром масс (КСМ), которые выступая для деформированного участка бурильной колонны в роли ведущих труб-маховиков, обеспечивают стабилизацию направления скважины, позволяют повысить ресурс бурового инструмента и механическую скорость бурения, навязывая деформированной колонне стабильный вид вращения без вибрации и качения по стенке скважины.

Предметом исследования является:

- бурильная колонна в процессе бурения, особенно сжатая ее часть;

- влияние вида движения колонны на показатели бурения;

- влияние движения бурильной колонны на характер сил и моментов - действующих на породоразрушающий инструмент;

- способы привидения колонны к виду вращения $Ф_1$;

- механизм работы различных буровых компоновок и методика выбора их оптимального размещения по сжатому участку колонны;

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить анализ и обобщить существующий опыт применения компоновок со смещенным центром поперечного сечения;

- разработать методику определения оптимального размещения КСМ в интервале сжатого участка бурильной колонны;

- разработка опытных образцов буровых компоновок;

- испытание опытных образцов компоновок с различными параметрами;

- аналитическое исследование данных полученных эмпирическим путем.

4.3. Анализ теоретических исследований механики движения бурильной колонны

Бурильная колонна оказывает непосредственное влияние на характер взаимодействия ПРИ с забоем скважины и тем самым на механику разрушения пород. Колонна бурильных труб подвергается воздействию различных по характеру и величине усилий, такие как статические, динамические и переменные нагрузки. Характер этих нагрузок изменяется в зависимости от способа бурения.

Известно, что при бурении на колонну действуют следующие нагрузки:

- осевое усилие растяжения от собственного веса колонны и перепада давления на ПРИ. Дополнительные растягивающие усилия возникают при работах, связанных с ликвидацией аварий;

- осевое усилие сжатия, создаваемое частью веса колонны и гидростатическим давлением;

- изгибающие усилия, возникающие на искривленных участках скважины, а так же при изгибе колонны в процессе ее вращения;

- крутящий момент необходимый для вращения колонны.

- Гидравлическое давление бурового раствора;

- силы трения бурильной колонны о стенки скважины или о стенки обсадной колонны;

- динамические усилия, возникающие при вращении колонны и связанные с работой ПРИ и неоднородностью разбуриваемых пород;

- динамические усилия при СПО.

В процессе бурения возникают как статические так динамические и переменные нагрузки. Осевые нагрузки вызывают растягивающие и сжимающие напряжения. Наибольшее растягивающее напряжение действует у устья, а максимальное сжимающее у забоя скважины. Крутящий момент приводит к касательным напряжениям, которые увеличиваются вдоль колонны при ее вращении в направлении от забоя к устью.

Одним из факторов, оказывающих значительное влияние на напряженное состояние колонны, является ее изгиб, который наблюдается как на вертикальных, так и на изогнутых участках. Изгиб может иметь статический и переменный характер. Изгибающие напряжения на вертикальных участках в основном связаны с вращением эксцентрично расположенной нижней части бурильной колонны в скважине.

Крутильные колебания бурового инструмента сопровождаются скручиванием-раскручиванием бурильной колонны, что приводит к изменению угловой скорости вращения колонны вокруг геометрического центра поперечного сечения.

Получается, крутильные колебания приводят к неравномерному вращению бурового инструмента и, соответственно, к колебаниям величины передаваемого на забой крутящего момента и усилия резания-скалывания породы.

Поперечные колебания бурового инструмента задаются режимом движения бурильной колонны, а также действием поперечных усилий со стороны забоя и приводят к снижению показателей бурения по причине интенсивного разрушения горной породы стенки скважины, повышенному износу колонны и соответственно меньшей энергии дошедшей до забоя.

Продольные колебания ПРИ возникают в процессе крутильных колебаний бурильной колонны. В процессе продольных колебаний происходит значительное изменение действующей осевой нагрузки на буровой инструмент, что существенно влияет на механическую скорость бурения и ресурс бурового инструмента.

В результате действия продольных и поперечных колебаний отклонение уровня осевой нагрузки от заданного номинала составляют от 30 до 50 %.

Основными причинами возникновения колебаний бурового инструмента являются:

- несовершенство системы подачи буровых станков;

- наличие упругой и деформируемой бурильной колонны между буровым инструментом и буровым станком, которая может иметь свою, чрезвычайно сложную, динамику;

- неравномерность резания–скалывания, дробления горной породы, чему способствует перекос бурового инструмента на забое.

Исследования, проводимые в этом направлении показывают, что в скважине могут возникнуть три стационарных вида движения бурильной колонны:

- прямая прецессия – $Ф_1$ (вращение колонны вокруг собственной оси и оси скважины);

- ориентированный изгиб – $Ф_2$ (вращение колонны вокруг собственной оси);

- обратная прецессия – $Ф_3$ (вращение колонны вокруг собственной оси с качением по ее стенкам).

Классификация видов движения принята согласно исследованиям И.Н. Страбыкина. Теоретически он полагал, что если в скважине реализуется вид

движения колонны $Ф_1$, то искривления скважины не происходит. Если вид $Ф_2$ то искривление достигает максимума. В случае вида движения $Ф_3$ интенсивность искривления изменяется от нуля до половины максимальной.

Современная технология бурения геологоразведочных скважин в твердых породах предусматривает использование сбалансированных бурильных колонн с уменьшенными радиальными зазорами. Для снижения искривления скважин при бурении такими колоннами целесообразны центрированные колонковые наборы и иные компоновки. Однако статически сбалансированные колонны оказываются динамически несбалансированными из-за высокой степени деформации под действием осевых и центробежных сил, что обеспечивает появление возмущающих равномерное вращение сил трения, и характер движения колонны становится вибрационным. Подобный режим работы колонны приводит к снижению эффективности бурения, поскольку колонна по мере снижения жесткости и повышения параметров режима бурения теряет свои качества канала передачи энергии и разрушающих усилий к забою скважины. Вследствие этого снижается механическая скорость бурения, повышается износ элементов колонны, растут затраты мощности на бурение, становится недостаточным выход керна, возрастает кривизна скважин.

Причины возникновения обратной прецессии состоят в том (рис 4.1.), что возникает центробежная сила определяющая силы прижатия и трения $F_{тр}$ колонны о стенку скважины. Сила трения препятствует вращению участка колонны в направлении $\tilde{\omega}$, а достигая величины $F_{т.к.}$, вызывает качение колонны по стенке скважины. При качении все условия вызвавшие обратную прецессию сохраняются, т.к. в любом новом положении поперечного сечения в скважине силы $F_ц$ и $F_{тр}$ равны первоначальным. Кроме того учитывая, что коэффициент трения скольжения μ_c = 0,1–0,2, а коэффициент трения качения $\mu_к$ = 0,01–0,02, т. е. меньше примерно в 10 раз, качение колонны по стенке скважины будет вполне устойчивым видом движения, т. к. сила трения скольжения больше силы трения качения.

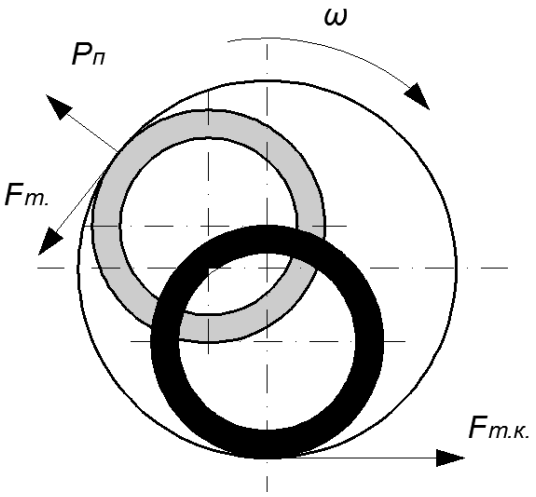


Рис. 4.1. Схема для анализа условий работы в скважине бурильной колонны: ω– направление вращения колонны, задаваемое буровым станком;

При этом связанный с колонный ПРИ, вместо вращения вокруг своей оси, увлекаемый участком колонны, совершает обкатывание по периметру забоя скважины (нутационное движение относительное ее оси), проявляющееся в виде периодически повторяющихся полных остановок породоразрушающего инструмента и в образовании отличного от круглой формы многоугольного забоя, винтовой многозаходной формы ствола скважины и столбика керна. Подобный режим работы инструмента и

бурильных труб приводит к раскручиванию колонны, т.е. в бурильной колонне возбуждаются крутильные фрикционные автоколебания.

Из вышеизложенного следует, что проблема повышения показателей буровых работ, связанных с работой буровой колонны состоит в том, чтобы подобрать параметры системы «колонны – скважина», которые бы предупреждали возникновение обратной прецессии.

Для решения задачи по разработке технических средств для повышения эффективности работы бурильной колонны в сложных горно-геологических условиях нужно произвести исследования по ряду частных вопросов:

- выполнить исследование по выбору оптимального поперечного сечения КСМ в зависимости от условий проходки скважины;

- разработать методику определения оптимального размещения КСМ в интервале сжатого участка бурильной колонны;

- разработка методики подбора оптимального поперечного сечения КСМ исходя из технических условий ведения буровых работ;

- разработка опытных образцов буровых компоновок;

- испытание опытных образцов компоновок с различными параметрами;

- аналитическое исследование данных полученных эмпирическим путем.

4.4. Методика определения характера работы бурильных труб с эксцентриситетом центра масс в составе буровой компоновки по их износу

Буровой снаряд в процессе бурения подвергается износу. По характеру износа можно определить вид движения компоновки при бурении на что, например, указывает С.С. Сулакшин. Вид износа также говорит нам о деформации бурового снаряда в процессе бурения под действием внешних сил. Для установления характера износа был выбран способ изучения характера работы труб в скважине по заранее нанесенным наплавкам.

В данном случае ставилась задача определить место контакта боковой поверхности трубы со стенкой скважины, а так же сопоставление точек износа с длинами полуволн изгиба буровой компоновки. Для решения поставленной задачи на корпусах трех труб были сделаны по окружности 5 наплавок в 6 местах вдоль корпуса, (с углом в 72° друг к другу) методом сварки размером примерно 0,5×0,5 см (рисунок 2.). Наплавки выступали за пределы корпуса трубы на величину не большую, чем радиальный зазор (половина диаметров матрицы и корпуса коронки). Пятно контакта буровой трубы со стенкой скважины можно выявить по максимальному значению

износа наплавок. Замеры проводились механическим мерительным инструментом. Точность замеров составляет ± 0,05 мм, при этом каждый замер дублировался не менее трех раз. Повторение замера в каждой точке снизило относительную ошибку измерений до 0.07%. Относительная ошибка измерений диаметра труб составила 0,08%. Абсолютная погрешность измерений толщины стенки и диаметра изношенных труб равняется ± 0,25 мм.

4.5. Производственные испытания КСМ в составе бурильной колонны

Производство натурных исследований производилось на участке буровых работ золоторудного месторождения «Попутнинское» на производственно технической базе ООО «Прикладная геология». Эксперимент производился в Мотыгинском районе Красноярского края в летний период времени. Для проведения натурных исследований была выбрана установка колонкового бурения УКБ-5П. Установка представляет собой комплекс бурового оборудования и наземных сооружений, необходимых для высокопроизводительного бурения вертикальных и наклонных геологоразведочных скважин на твердые полезные ископаемые. В комплекс установки входят: буровой станок СКБ-5 с приводом от электродвигателя мощностью 30 кВт и диапазоном частот вращения шпинделя 120 – 1500 об/мин, два буровых насоса НБ-3, гидравлический трубодержатель, буровая мачта с кронблоком, талевым блоком, и комплектом грузоподъемных приспособлений, контрольно измерительная аппаратура КУРС. Аппаратура КУРС включает в себя: индикатор веса бурового снаряда до 50кН, индикатор усилия на крюке до 80 кН, измеритель осевой нагрузки на породоразрушающий инструмент до 25 кН, манометр для измерения давления промывочной жидкости от 0 до 10 МПа, расходомер подачи промывочной жидкости в скважину от 0 до 150 и от 0 до 300 л/мин, индикатор механической скорости бурения от 0 до 3 и от 0 до 15 м/ч.

Данная установка выбрана для натурных испытаний т.к. обладает полным комплексом контрольно измерительной аппаратуры, приводом станка служит электродвигатель, что является необходимым условием для подключения дополнительного оборудования к станку - киловаттметра.

Для проведения натурных испытаний были изготовлены 3 трубы (рисунок 4.2) с эксцентриситетом центра масс поперечного сечения из стандартных труб Boart Longyear HQ, путем удаления двух сегментов вдоль корпуса трубы, расположенными своими осями относительно друг друга под углом в 120° с образованием плоских продольных участков наружной поверхности трубы.

Для решения задачи по выбору оптимальных параметров размещения компоновок в сжатой части бурильной колонны изготавливались макеты компоновок. За основу брались бурильные трубы Boart Longyear типоразмера HQ колонкового набора со следующими параметрами (Таблица 4.1), отличающиеся такими конструктивными параметрами как: наличие смещенного центра тяжести поперечного сечения. При этом величина центра тяжести в процессе испытаний не изменялась. Макеты компоновок (рисунок 4.3) испытывались при бурении плановых скважин 3.5-21G и 3-22G в ООО «Прикладная геология» с целью оценки влияния размещения КСМ в сжатой части бурильной колонны на основные показатели бурения и характер вращения колонны бурильных труб.

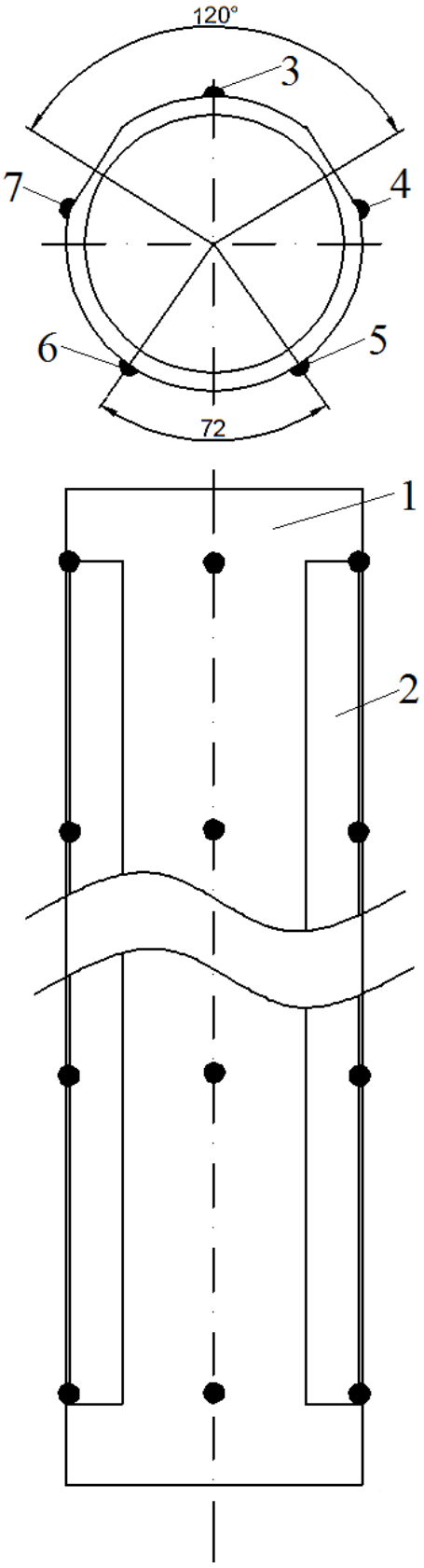


Рисунок 4.2. Схема расположения наплавок на корпусе трубы со смещенной массой. 1-корпус трубы; 2-удаленные сегменты корпуса трубы; 3,4,5,6,7-наплавки

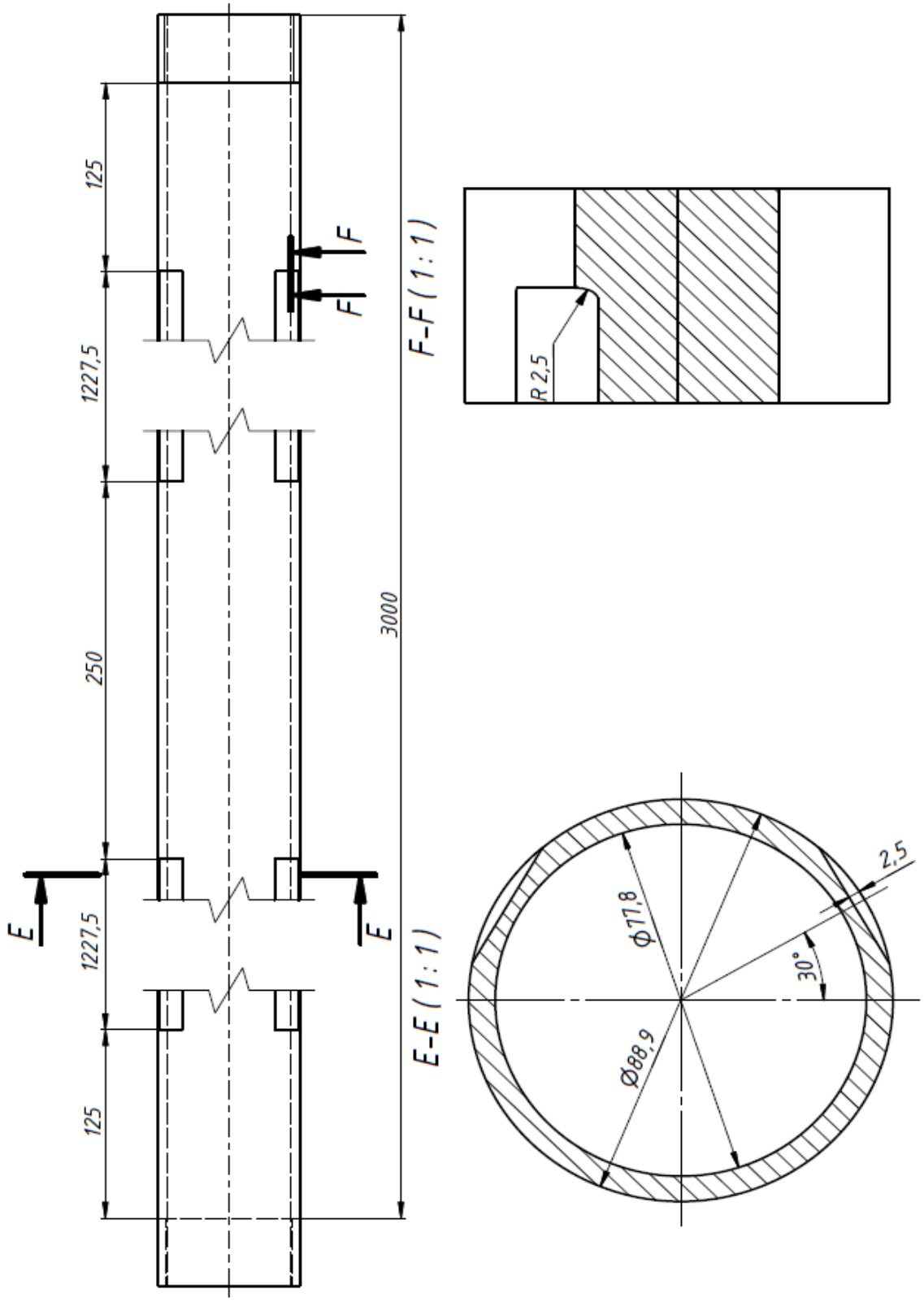


Рисунок 4.3. Макет компоновки КСМ типоразмера HQ

Таблица 4.1

Колонковый набор со съемным керноприемником фирмы Boart Longyear

Типоразмер	Диаметр скважины по расширителю	Диаметр колонковой трубы	Диаметр бурильной трубы	Масса 1 метра
HQ	96,0 мм	92,1 мм	88,9 мм	11,6 кг

Макеты буровых компоновок изготавливались из стандартных труб HQ. Смещение центра тяжести поперечного сечения обеспечивалось путем удаления двух лысок вдоль корпуса трубы, расположенными своими осями относительно друг друга под углом в 120° с образованием плоских продольных участков наружной поверхности трубы. Глубина снимаемых лысок составила 2,5 мм. Лыски снимались с отступом от резьб, и не снимались в центре трубы с целью максимального сохранения ее устойчивости. Также начальные участки лысок снимались с радиусом во избежание концентрации напряжений. Смещение центра тяжести поперечного сечения в таком случае составило 1,24 мм.

Всего было изготовлено 3 трубы с эксцентриситетом цента масс для размещения их в гребнях полуволны изгиба бурильной колонны, размещенных в колонне следующим образом: коронка 1 - конка; 2 - стандартная труба; 3 - КСМ; 4 - центратор; 5 - колонковая труба; 6 - расширитель (рисунок 4.4).

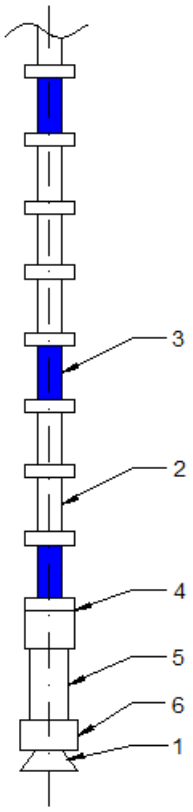


Рисунок 4.4. Схема расположения КСМ в составе бурильной колонны

Бурение велось УКБ-5П, начальный зенитный угол всех буримых скважин составлял 30°.

Данными макетами было пробурено более 750 метров скважин.

Производственные испытания макетов показали (таблица 4.2) рост механической скорости бурения на 10-20%, уменьшение затрат мощности на вращение в 10% (рисунок 4.5), значительное снижение уровня вибрации, а так же снижение естественного искривления скважины.

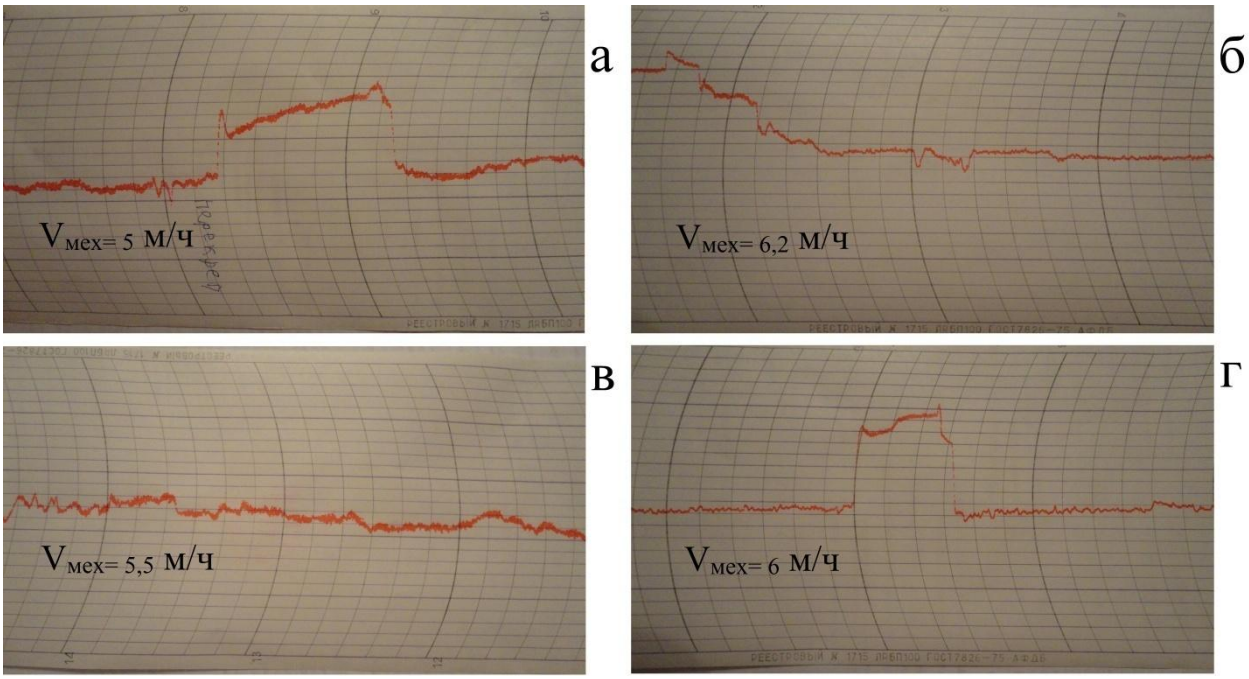


Рисунок 4.5. Диаграммы затрат мощности при бурении скважин: а – стандартный снаряд типоразмера HQ (Boart Longyear), глубина 110 м; б – колонна с тремя КСМ в сжатой части, глубина 112 м. в - стандартный снаряд типоразмера HQ (Boart Longyear), глубина 130 м; г - колонна с тремя КСМ в сжатой части, глубина 132 м.

Таблица 4.2

Результаты испытаний компоновок КСМ

№ скважины	Компоновка	Объем испытаний, м.	Интенсивность искривления		$V_{мех.}$, м/ч	Частота вращения, об/мин	Осевая нагрузка $P_{ос}$=1500-2000 даН
			по зенитному углу, град./100 м.	по азимутальному углу, град./100м.			
3.5-21G	Колонна с тремя КСМ	350	0,62	1,05	5,5-6,0	407	1500-2000
3-22G	Колонна с тремя КСМ	400	0,71	1,22	5,5-6,0	407	1500-2000
4.5-22G	Стандартный снаряд HQ (Boart Longyear	300	2,11	1,70	4,5-5,0	407	1500-2000
4-22G	Стандартный снаряд HQ (Boart Longyear	307	2,61	1,24	4,5-5,0	407	1500-2000

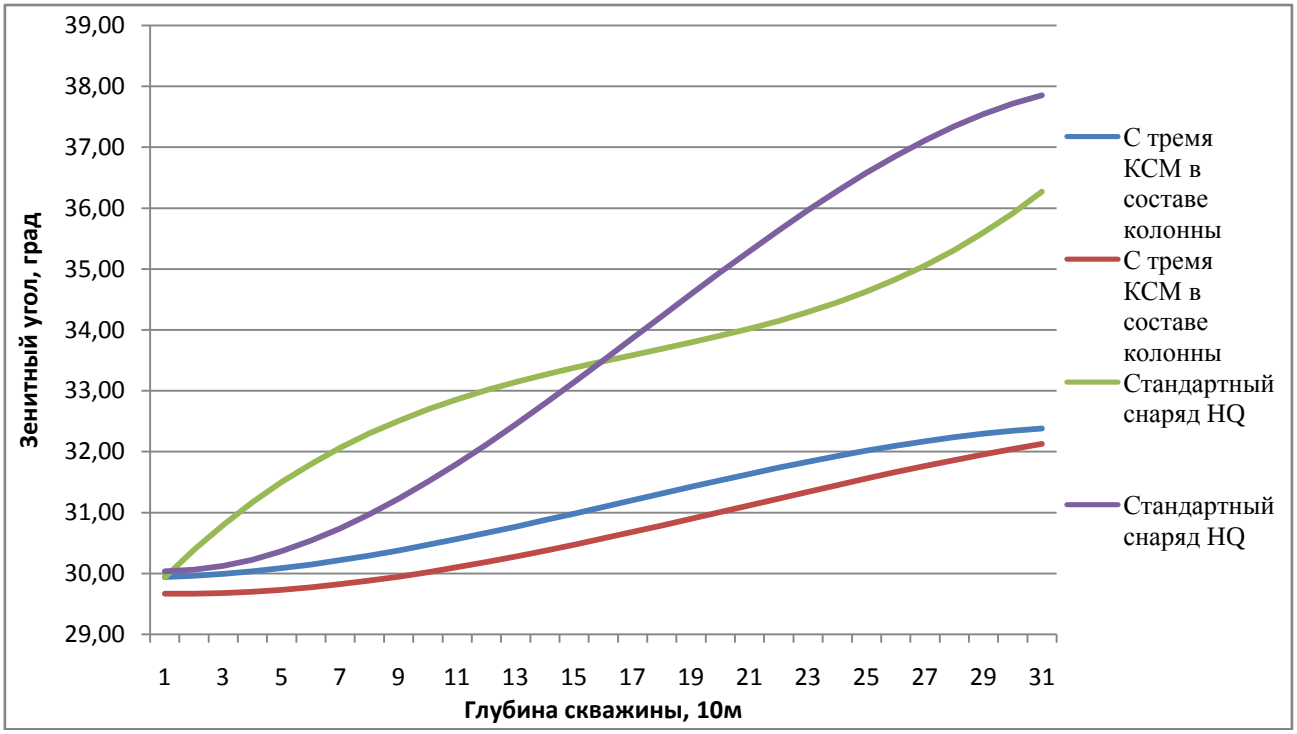


Рисунок 4.6. Результаты инклинометрии по зенитному углу на типовых скважинах месторождения «Попутнинское» (расстояние между профилями скважин 50 м)

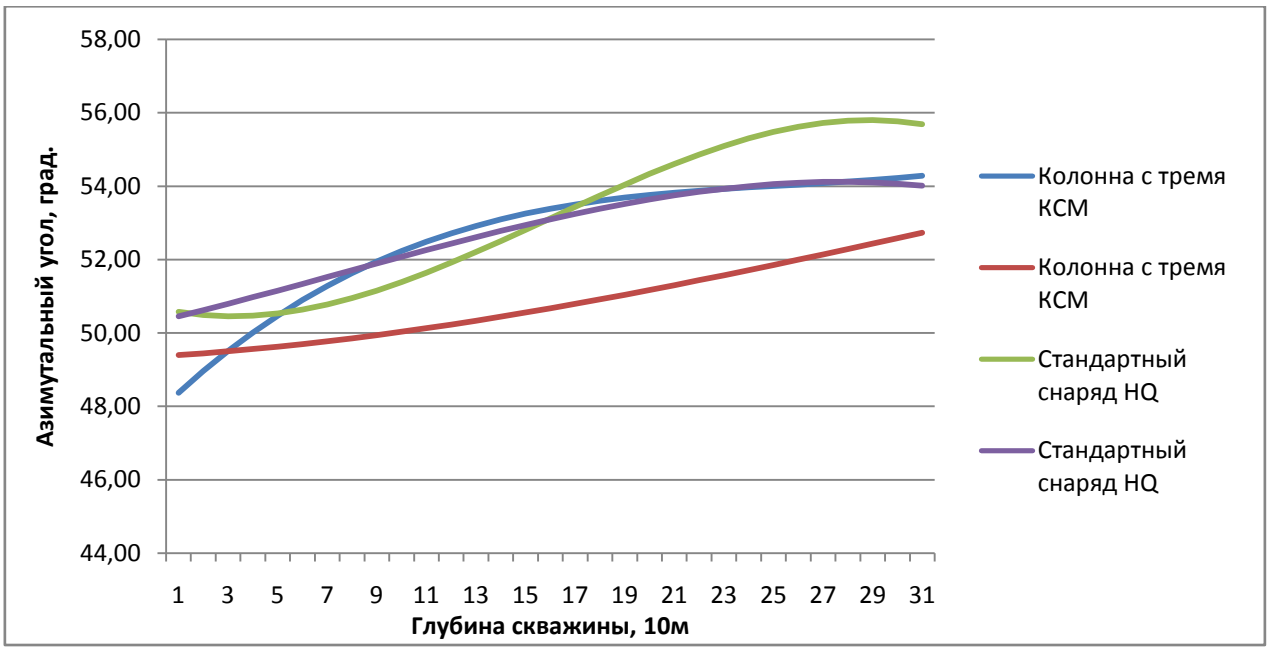


Рисунок 4.7. Результаты инклинометрии по азимутальному углу на типовых скважинах месторождения «Попутнинское» (расстояние между профилями скважин 50 м)

Из рисунка 4.6 следует, что величина естественного искривления по зенитному углу при использовании КСМ в составе сжатой части бурильной колонны снизило искривление скважины в 2,9 раза. На рисунке 4.7 показаны результаты каротажа и измерения азимутального угла, который к слову, не столь значительно снизился, однако, если учитывать глубину начала работы КСМ в скважине в 70 метров по причине установки обсадных труб в первом случае, то величина естественного искривления по азимутальному углу в этом случае снизилась на 20%.

4.6. Результаты изучения работы компоновок со смещенной массой в составе буровой колонны по их износу

При производстве геологоразведочных работ, современная технология бурения предусматривает использование сбалансированных бурильных колонн с минимальным радиальным зазором. Вместе с тем, бурильная колонна под действием осевой нагрузки и крутящего момента теряет устойчивость, возникают центробежные силы, которые возрастают в квадратичной зависимости от частоты вращения. Центробежные силы, возникая в нижней части бурильной колонны, в основном и определяющие силу прижатия гребней полуволны деформированной колонны к стенкам скважины.

Делая разверстку поверхности трубы, мы разделили ее по степени износа сделанных на ее наружной поверхности наплавок с целью интерпретировать характер их износа после непродолжительного бурения, от 0 до 0,7 мм – минимальный износ, от 0,7 до 1.4 мм – средний износ, от 1,4 и

выше – максимальный. На рисунке 2.9 показана схема поверхности КСМ и ее поперечного сечения. КСМ располагалась сразу над колонковой трубой и имела следующие параметры: е = 1,24 мм; наружный Ø 88,9 мм; внутренний Ø 77,8; длина 3,0 м. Из схемы износа, расположенной на рисунке 4.8 видно, что износ преимущественно односторонний, что говорит о вращении КСМ в скважине вокруг ее оси. Вращение вокруг одной из своих осей отсутствовало. Менее интенсивный износ низа КСМ можно объяснить, отчасти, наличием стабилизатора расположенного над колонковой трубой. Более интенсивный износ верхнего конца КСМ объясняется отсутствием центратора в колонне, а так же совпадением участка максимального износа с гребнем полуволны момента изгиба буровой колонны. Ширина полосы максимального износа в районе наплавок под номером 4 и 5 говорит о периодическом провороте сечения при изменении внешних сил. В скважине компоновка верхней своей частью прижимается к стенке скважины и совершает вращение вокруг оси скважины. В результате компоновка обладает стабильным видом движения вокруг собственной оси и вокруг оси скважины и, безусловно, вовлекает в этот процесс соседнюю колонковую и бурильные трубы. Вместе с тем каждое сечение компоновки имеет собственную траекторию обращения. В целом полученные данные совпадают с теорией работы КСМ в скважине которая представлена в обзорной главе.

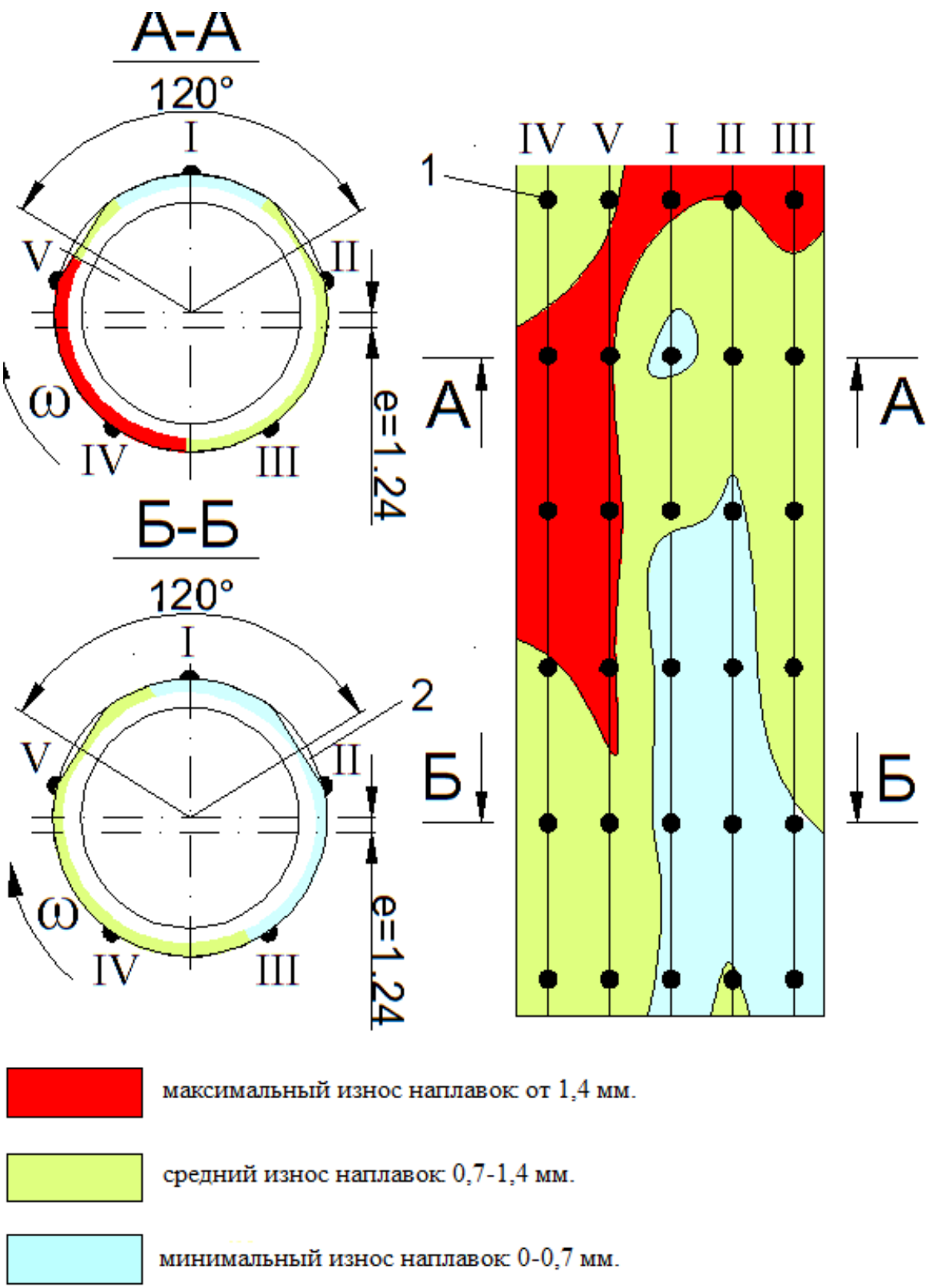


Рисунок 4.8. Схема износа компоновки КСМ № 1 расположенной над колонковой трубой: 1-наплавки; 2-лыски

4.7. Расчет значений величин эксцентриситета

Чтобы рассчитать величину эксцентриситета поперечного сечения трубы нужно знать площадь сечения этой трубы и его статические моменты.

Первоначально нужно рассчитать площади фигур в данном сечении. Это площади двух кругов большого и малого, и площади двух одинаковых сегментов. Площадь круга рассчитывается по формуле 4.1:

$$S = \frac{\pi D^2}{4} \qquad (4.1)$$

Расчет площади сегментов формула 4.2:

$$S = \frac{1}{2} R^2 \left(\frac{\pi\alpha}{180} - sin\alpha\right) \qquad (4.2)$$

где α угол между линиями, соединяющие геометрический центр трубы (круга) с крайними дочками удаленного сегмента трубы.

Рассчитаем значение величины эксцентриситета *e* на примере бурильных труб снаряда PQ диаметром 114,3 мм и толщиной среза лысок 2,8 мм.

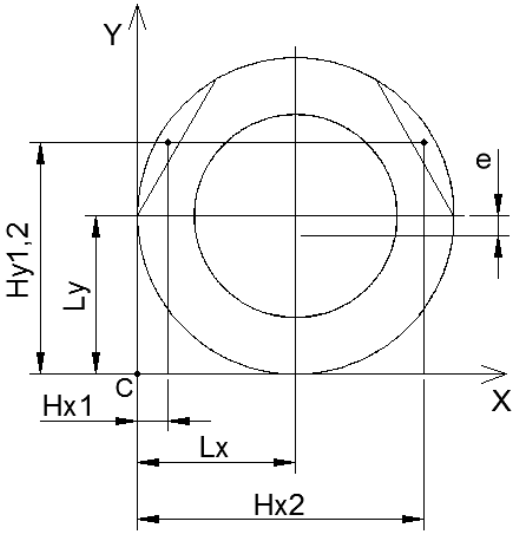


Рис. 4.9

Обозначим начало координат точкой *C* (Рис.4.9). Тогда статический момент сложной фигуры относительно оси *X* равен сумме статических моментов простых фигур составляющих эту фигуру, формула 4.3:

$$Sx = Sx_1 - Sx_2 - Sx_3 - Sx_4 \qquad (4.3)$$

где Sx_1 - статический момент большого круга; Sx_2 - статический момент малого круга; Sx_3 - статический момент левого сегмента; Sx_4 - статический момент правого сегмента.

$$Sx_1 = F_1 \times Ly = 10260{,}8 \times 57{,}15 = 586404{,}7\ мм^3;$$
$$Sx_2 = F_2 \times Ly = 8348{,}47 \times 57{,}15 = 477115{,}1\ мм^3;$$
$$Sx_3 = F_3 \times Hy_1 = 66{,}3 \times 85{,}1 = 5642{,}13\ мм^3;$$
$$Sx_4 = F_4 \times Hy_2 = 66{,}3 \times 85{,}1 = 5642{,}13\ мм^3;$$

$$Sx = 586404{,}7 - 477115{,}1 - 5642{,}13 - 5642{,}13 = 98005{,}4\ мм^3$$

где F_1 и F_2 - площади большого и малого кругов, F_3 и F_4 - площади левого и правого сегментов, Ly - расстояние от начала координат до центра тяжести кругов по оси Y, Hy_1 и Hy_2 - расстояние от начала координат до центра тяжести сегментов по оси Y.

Найдем статический момент фигуры относительно оси Y:

$$Sy_1 = F_1 \times Lx = 10260{,}8 \times 57{,}15 = 586404{,}7\ мм^3;$$
$$Sy_2 = F_2 \times Lx = 8348{,}47 \times 57{,}15 = 477115{,}1\ мм^3;$$
$$Sy_3 = F_3 \times Hx_1 = 66{,}3 \times 8.74 = 579{,}46\ мм^3;$$
$$Sy_4 = F_4 \times Hx_2 = 66{,}3 \times 105.56 = 6998{,}62\ мм^3;$$
$$Sy = 586404{,}7 - 477115{,}1 - 579{,}46 - 6998{,}62 = 101711{,}6\ мм^3$$

Находим площадь сечения трубы F формула 4.4:

$$F = F_1 - F_2 - F_3 - F_4 \tag{4.4}$$

$$F = 10260{,}8 - 8348{,}47 - 66{,}3 - 66{,}3 = 1779{,}73\ мм^2$$

Зная площадь сечения и его статические моменты можно определить координаты центра тяжести по следующим формулам 4.5, 4.6:

$$X_c = \frac{S_y}{F} \tag{4.5}$$

$$X_c = \frac{101711{,}6}{1779{,}73} = 57{,}15\ мм$$

$$Y_c = \frac{S_x}{F} \tag{4.6}$$

$$Y_c = \frac{S_x}{F} = \frac{98005{,}4}{1779{,}73} = 55{,}08\ мм$$

Значение величины эксцентриситета e будет равно формула 4.7:

$$e = X_c - Y_c \tag{4.7}$$

$$e = 57{,}15 - 55{,}07 = 2{,}08\,мм.$$

Значения величин эксцентриситетов для остальных размеров труб находят аналогично. Величины эксцентриситетов для бурильных и колонковых труб представлены в таблицах 4.3 и 4.4.

Таблица 4.3

Толщина среза лыски с трубы, мм	Величина эксцентриситета *e* для бурильных труб, мм			
	BQ	NQ	HQ	PQ
	Толщина стенки трубы 4,8 мм		Толщина стенки трубы 5,6 мм	
1,0	0,35	0,40	0,37	0,42
1,5	0,70	0,73	0,69	0,78
2,0	1,05	1,15	1,09	1,22
2,5	1,50	1,63	1,66	1,85
2,8			1,86	2,08

Таблица 4.4

Толщина среза лыски с трубы, мм	Толщина стенки трубы, мм			
	5,60	6,35	7,20	7,15
	Величина эксцентриситета *e* для колонковых труб, мм			
	BQ	NQ	HQ	PQ
1,5	0,57	0,56	0,55	0,62
2,0	0,90	0,88	0,86	0,96
2,5	1,28	1,25	1,22	1,36
3,0	1,55	1,68	1,63	1,68
3,5			2,10	2,33

Для того чтобы знать при каких значениях эксцентриситета *e* и толщины срезаемой лыски соответственно бурильные трубы приобретут при работе характер движения Φ_1, следует рассчитать минимально допустимые значения эксцентриситета *e* для разных типоразмеров труб и режимов работы колонны формула 4.8:

$$e \geq \frac{1}{q_к \cdot (sin\alpha_c - cos\alpha_c \cdot \mu)}. \tag{4.8}$$

$$\left\{\frac{q_Б \cdot f_Б \cdot l_Б}{l_к}\sum_{n}^{i=2}(cos\alpha_i \cdot \mu - sin\alpha_i) + \frac{4{,}9 \cdot P_{oc} \cdot \mu \cdot g}{l_к \cdot \omega^2} \cdot \left(\frac{f_к}{l_к} \cdot cos\alpha_c + \frac{f_Б}{l_Б} \cdot \sum_{n}^{i=2} cos\alpha_i\right)\right\} - f_k$$

где $q_к = q_Б$ - масса одного метра бурильных труб, даН; α_c - угол проворота компоновки; α_i - угол поворота участка колонны под действием центробежной силы; $f_к$ и $f_Б$ - прогиб компоновки и бурильных труб, м; $l_к$ - длина компоновки, м; $l_Б$ - длина полуволны бурильных труб, м; ω - частота вращения, $мин^{-1}$; g - ускорение силы тяжести, $м/с^2$; μ - коэффициент трения колонны о стенки скважины; P_{oc} - осевая нагрузка, даН.

Минимально допустимые значения эксцентриситета *e* для разных типоразмеров труб при рекомендуемых параметров нагрузки представлены в таблице 4.5 и отображены на графике (рис. 4.10):

Таблица 4.5

Зависимость эксцентриситета от частоты вращения при рекомендуемой нагрузке

Частота вращения, $мин^{-1}$	значения эксцентриситета *e* для размеров труб, мм			
	BQ	NQ	HQ	PQ
400-600	1,61	1,67	1,51	1,72
600-800	1,46	1,43	1,30	1,51
800-900	1,30	1,11	1,12	1,31
1000	1,21	1,0	0,96	1,16

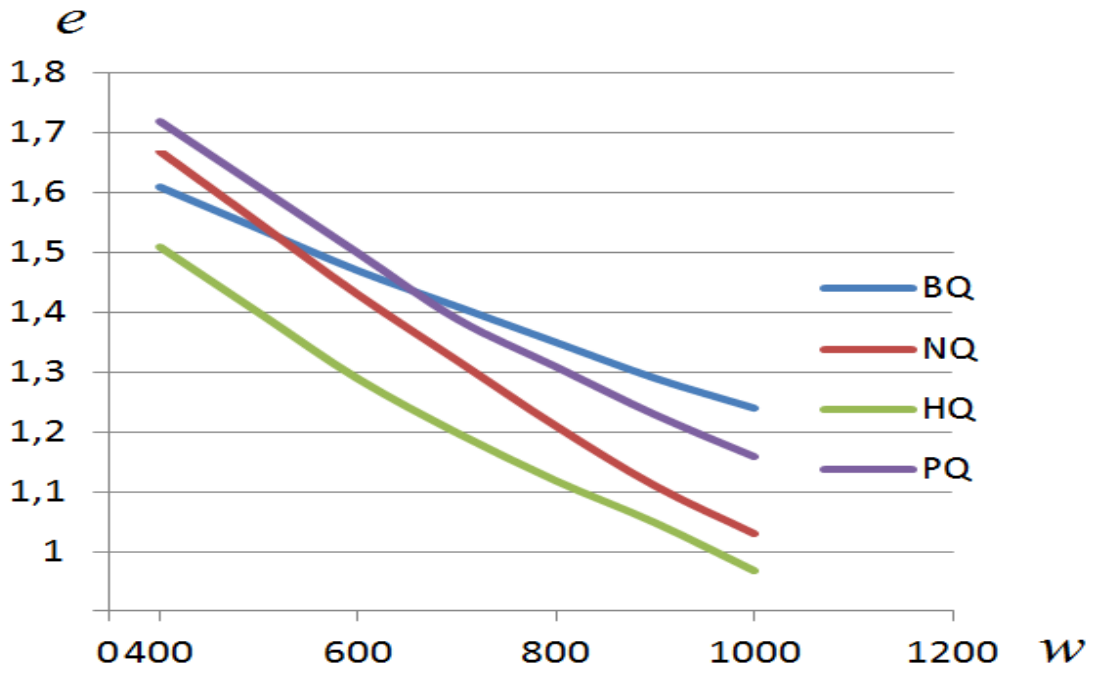


Рисунок 4.10. График зависимости эксцентриситета *e* от частоты

Таким образом данная зависимость показывает, что минимальное значение эксцентриситета *e* для обеспечения движения колонны по типу Φ_1 должно быть равна или больше значений, представленных в данной таблице. Сравнивая таблицы 4.3 и 4.4 с таблицей 4.5 определяем толщину среза лыски. При этом она не должна быть больше половины толщины стенки трубы. Например для снаряда HQ при частоте вращения равной 700 об/мин. величина эксцентриситета *e* равна 1,2 мм. Исходя из этого подбираем по таблице 4.3 величину срезаемой лыски.

4.8. Экономическая эффективность

Экономический эффект рассчитывался на основе данных предприятия ООО "Прикладная геология", а так же акта производственных испытаний от 15.09.2015 г. промышленных образцов труб КСМ, произведенных на данном предприятии и испытанных при бурении скважин на золоторудном месторождении "Попутнинское".

Чтобы определить экономическую эффективность от применения труб КСМ, необходимо рассчитать стоимость одного метра бурения по формуле 6.1:

$$C_{\text{мб}} = \frac{C_{\text{ст}}}{T_c} \cdot \left(\frac{1}{V_{\text{Б}}} + \frac{T_{\text{спо}}}{L_{\text{р}}}\right) \qquad (6.1)$$

где $C_{ст}$ - стоимость одной станкосмены агрегата, руб.; T_c - продолжительность смены, ч.; $V_Б$ - скорость бурения, м/ч; $T_{спо}$ - время спускоподъемных операций, ч; $L_р$ - углубка за рейс, м.

Стоимость метра бурения скважины, условия и результаты работ для предприятия "Прикладная геология" приведены в таблице 4.6:

Таблица 4.6

Технико-экономические показатели

Категория скважин	III категория (глубина от 300 до 400 м.)	IV категория (глубина от 400 до 500 м.)
Стоимость погонного метра руб/п.м.	5003	6005
Объем бурения, м.		17380
Радиус круга допуска, м.	25	25
Скважины, не выполнившие геологического задания, %	33	40
Объем повторного бурения, м	6184	6952
Объем бурения с учетом повторного бурения, м.	24925	24332

Разница объема перебуриваемых скважин различной категории объясняется их проектной глубиной при одинаковом круге допуска.

Учитывая, что затраты на повторное бурения скважин входят в стоимость одного погонного метра, можно определить экономический эффект от применения труб КСМ.

Количество скважин не выполнившие геологического задания из-за смещения забоя по азимутальному и зенитному углу составляет 42% и 58% соответственно.

Применение труб КСМ позволило снизить интенсивность искривления скважины по зенитному углу в 2,9 раза, и на 20% по азимутальному. В этом случаи объем повторно пробуренных скважин составит по 3 и 4 категориям сложности 2597 и 2920 п.м. соответственно, а объем буровых работ будет равен 21338 и 20300 п.м.

Экономических эффект рассчитывается по формуле 6.2:

$$Э_{эф} = (С_1 - (С_2 + \Delta К)) \cdot Q \qquad (6.2)$$

где C_1 - себестоимость метра бурения до применения труб КСМ, руб.; C_2 - стоимость метра бурения с применением труб КСМ, руб.; $\Delta К$ - дополнительные вложения при внедрении компоновок; Q - объем бурения, м. Себестоимость метра бурения с применением труб КСМ рассчитывается по формуле 6.3:

$$C_2 = \frac{C_1 \cdot Q}{Q_п} \qquad (6.3)$$

где $Q_п$ - объем бурения с учетом повторного бурения в случае невыполнения геологического задания.

Расчет средних значений по двум категориям:

$$C_2 = \frac{5503{,}5 \cdot 18060{,}5}{20819} = 4774{,}3 \text{ руб/м.}$$

Разница на один метр бурения составит:

$$Э_Р = C_1 - C_2$$

$$Э_Р = 5503{,}5 - 4774{,}3 = 729{,}2 \text{ руб/м.}$$

Тогда экономический эффект по двум категориям скважин составит:

$$Э_{эф} = \left(5503{,}5 - (4774{,}3 + 0{,}6)\right) \cdot 18060{,}5 \cdot 2 = 26317760{,}6 \text{ руб.}$$

Скважины, не выполнивших геологическое задание на месторождении "Благодатное" от всего объема ранее проведенных работ, составляют не более 10%. В эти скважины включаются скважины недобуренные из-за различных видов аварий (обрывы снаряда, прижоги), и скважины пробуренные с повышенным или недостаточным искривлением. В этом случае экономический эффект будет достигаться путем более высокой скорости бурения, так как при применении труб КСМ значительно снижаются вибрации в колонне бурильных труб. Из этого следует, что колонна вращается в скважине более равномерно без рывков - работа колонны становится более сбалансированной, в результате чего затраты мощности будут снижены на 10%; износ коронки будет более равномерный,

а значит срок ее службы будет дольше, из-за чего сократится время на проведение СПО; износ колонны бурильных труб будет менее интенсивным, а значит увеличивается срок службы бурового снаряда и снижается риск обрыва колонны; интенсивность искривления снижается, а направление скважины стабилизируется.

Суммируя выше перечисленные факты можно сделать вывод, что применение труб КСМ положительно влияет на работу бурильной колонны и может с экономить значительное время и, как следствие, деньги на проведение разведочных скважин.

4.9. Заключение

Цель данной работы заключалась в поисках решений повышения эффективности работы бурильной колонны, которые бы привели работу колонны к типу вращения $Ф_1$ и, как следствие этого, оптимизировали работу бурильной колонны, особенно ее призабойную часть, работу породоразрушающего инструмента, а также бурового станка. Особенностью являлось то, чтобы предложенные варианты, буровой инструмент или иная технология, могли применяться при бурении скважин с отбором керна и со снарядами со съемным керноприемником.

В результате теоретических и практических исследований предлагается использовать бурильные трубы со смещенным центром тяжести или КСМ (компоновка со смещенной массой). При работе данных труб в составе бурильной колонны наблюдаются положительные эффекты: стабилизировалось направление скважины как по зенитному, так и по азимутальному углу; в значительной мере снижалась вибрация колонны; работа бурового станка становится более сбалансированной. Тем самым установка труб КСМ показала, что данное нововведение в области алмазного бурения положительно влияет на процесс сооружения скважин. При сбалансированном режиме работы буровой колонны и оборудования можно повысить количественные характеристики режимов бурения, приводящие в общем к увеличению скорости бурения.

Предложенное решение подходит для проекта на буровые работы. В качестве КСМ будут изготовлены трубы типоразмера NQ диаметром 69,9 мм.

5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ

5.1.Подготовительный период и проектирование

При составлении проекта проводится сбор, обработка и анализ фондовых материалов геолого-съемочных, геохимических, геофизических, тематических, ревизионных, поисково-разведочных исследований с целью изучения геологического строения рудного тела месторождения Благодатное, оценки ее минерагенического потенциала, определения локальных зон для постановки оценочных работ, обоснования возможности вскрытия промышленно-значимого оруденения.

В период подготовки к работам инженерно-технический персонал изучает всю имеющуюся фондовую и изданную геологическую литературу, архивные материалы. Одновременно с изучением литературных и фондовых материалов производится изучение каменного материала, шлихов, шлифов, а также карты данной территории. На их основании составляются предварительные карты и планы с использованием предшествующих работ, которые впоследствии уточняются и дополняются.

В процессе проведения проектировочных работ будут составлены геологические карты участка месторождения Благодатное, с нанесением на них прогнозной, геофизической нагрузок, элементов карты фактов и полезных ископаемых масштабов 1:5000; проектные геологические разрезы масштаб 1:2000; ситуационные планы и т.д. Будет написана текстовая часть проекта, проведен расчет сметной стоимости, выполнены чертежно-оформительские, корректировочные и переплётные работы.

Затраты времени и труда на составление проекта состоят из ввода текстовых и графических материалов с помощью программного обеспечения на электронные носители и дальнейшую распечатку в бумажном варианте.

Согласно нормативным документам в производстве работ должны принимать участие:

- главный геолог-1 чел;
- геолог -1 чел;
- техник-геолог -1 чел;
- экономист-1 чел.

Продолжительность рабочей смены (ВСН, п.4) составит 6,65 час, продолжительность рабочего месяца 167,87 час, количество рабочих смен в месяце – 25,4.

Продолжительность проектируемого периода – 1 мес.

5.2. Полевые работы

Главной задачей полевого периода является обеспечение основного объема работ. Для выполнения поставленной задачи проектом запланировано проведение ниже перечисленных видов работ в указанной последовательности.

5.2.1. Буровые работы

Проектом предусматривается колонковое бурение 14 наклонных скважин общим объемом 8610 п.м станком Boart Longyear LF - 90C в составе передвижной буровой установки. При буровых работах применяется непрерывный режим работы, длительность смены 12 часов. Продолжительность работ 9 месяцев.

Расчет затрат времени и труда представлен в таблице 5.1. В расчетах приняты поправочные коэффициенты: за наклон скважины - 1,1, за зимнее удорожание в зимний период - 1,1.

Количество одновременно работающих установок, а, следовательно, количество работающих бригад определяем по формуле 5.1:

$$n = \frac{З_{вр}}{(Т_{реж} \cdot К_{м})} \qquad (5.1)$$

где n - количество буровых установок; $З_{вр}$ - расчетные затраты времени на проведение данного вида работ, ст.-см.; $Т_{реж}$ - срок проведения работ по проекту в рабочих днях по установленному режиму работы; $К_{м}$- коэффициент машинного времени.

$$n = \frac{1775{,}8}{(102 \cdot 9 \cdot 0{,}95)} = 2$$

Планируемую скорость бурения скважин определяем по формуле 5.2 , исходя из расчетного времени ее проведения и режима производства работ:

$$С_{пл} = \frac{Q \cdot Т_{м}}{З_{вр}} \qquad (5.2)$$

где $С_{пл}$ - скорость бурения разведочных скважин, м/мес.; Q- проектируемый объем разведочного бурения; $Т_{м}$- месячный фонд рабочего времени в днях по установленному режиму работы, дн.; $Т_{м}$ = 102 дн.

$$С_{пл} = \frac{8610 \cdot 102}{1775,8} = 495 \text{ м/мес.}$$

Списочный состав исполнителей определяем расчетом по формуле 5.3:

$$Ч = \frac{З_{тр}}{Т_{эф} \cdot 0,91} \quad (5.3)$$

где Ч- среднесписочный состав работающих, чел.; $З_{тр}$- затраты труда по нормативам ССН на производство заданного объема основных и сопутствующих работ, чел.-дн.; $Т_{эф}$- эффективный фонд рабочего времени работающего, ($Т_{эф} = 25,4 \cdot 9 = 215,9$ дн.).; 0,91- коэффициент, учитывающий неявки по причинам, которые предусмотрены Кодексом законов о труде (очередной и дополнительный отпуск, выполнение государственных и общественных обязанностей, и болезнь).

$$Ч = \frac{6379,84}{215,9 \cdot 0,91} = 32 \text{ чел.}$$

Проектом предусматривается задействовать 4 бригады по 7 человек в каждой, работающие вахтовым методом. Состав бригады:

- машинист Б/У - 1 чел;
- помощник машиниста Б/У - 2 чел.
- дизелист Б/У - 1 чел.

За каждой бригадой закреплен буровой мастер.

Таблица 5.1

Расчет затрат времени и труда на производство бурения скважин

Вид работ по условиям проведения	Единица измерения	Объем			Затраты времени, станко-смены				Затраты труда, чел./дн.		
		Всего	В том числе		Номер таблицы ССН-92, номер выпуска	Норма на единицу	Коэффициент отклонения от нормальных условий	На весь объем	Номер таблицы ССН-92, номер выпуска	Норма на единицу (в одну смену)	На весь объем
			в нормализованных условиях	с отклонением от нормальных условий							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Бурение скважин ОКС - 93. Глубина 12 м: в летнее время IV	1 м		84		ССН-5, табл. 5	0,06	1,1	5,54	ССН-5, табл.5,	3,51	
в зимнее время IV				84		0,06	1,21	6,1			
Всего:		168						11,64		3,51	40,9
Бурение скважин ССК – 76. Глубина скважин в среднем 615 м:	1 м				ССН-5, табл. 9				ССН-5, табл.15, 14		
в летнее время V			126			0,11	1,1	15,3		0,82	
VIII			1680			0,14	1,1	258,7		2,66	

IX X			1400 1015			0,17 0,24	1,1 1,1	261,7 268			
в зимнее время V VIII IX X				126 1680 1400 1015		0,11 0,14 0,17 0,24	1,21 1,21 1,21 1,21	16,8 284,6 288 294,7			
Всего:		8442						1687,8		3,48	5873,5
Крепление скважин обсадными трубами	100 м				ССН-5, Табл. 72				ССН-5, табл.15, 14	0,82 2,66	
в летнее время			0,84			0,8	1,1	0,74			
в зимнее время				0,84		0,8	1,21	0,81			
Всего:		1,68						1,55		3,51	5,44
Монтаж-демонтаж и перемещение менее 1 км	1 м-д				ССН-5, табл. 81				ССН-5, табл. 83		
в летнее время			7			5,09		35,6			
в зимнее время				7		5,09	1,1	39,2			
Всего:		14						74,8		6,15	460
Итого:		8610						1775,8			6379,84

5.2.2. Опробование

Опробование твердых полезных ископаемых заключается в отборе и обработке проб. В отбор проб входит керновое, бороздовое опробование, а так же отбор групповых проб из рядовых керновых. Обработка включает в себя обработку начальных керновых и бороздовых проб с использованием многостадийного цикла дробления-измельчения, обработку лабораторных бороздовых и керновых проб на истирателе ЦИ-05.

Работы будут вестись параллельно буровым. Продолжительность опробования 8 месяцев.

Списочный состав исполнителей:

- керновое опробование

$$Ч = \frac{354{,}4}{25{,}4 \cdot 9 \cdot 0{,}91} = 2 \text{ чел.};$$

Опробование будет проводиться 1 бригадой в количестве 2 исполнителей.

Состав группы:

- геолог II категории - 1 чел.;

- техник-геолог II категории - 1 чел.

Расчёт затрат времени и труда на производство работ приведен в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Расчет затрат времени и труда на опробование

Вид работ по условиям проведения	Единица измерения	Объем			Затраты времени (бригадо-смены)				Затраты труда, чел./дн.		
		Всего	В том числе		Номер таблицы ССН-92, номер выпуска	Норма на единицу	Коэффициент отклонения от нормальных условий	На весь объем	Номер таблицы ССН-92, номер выпуска	Норма на единицу Чел-дн/ Бр-см	На весь объем Чел-дн
			в нормализованных условиях	с отклонением от нормальных условий							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Керновое опробование	100 м		86,1		ССН-1.5, табл. 29	1,96		168,8	ССН-1.5, табл. 30	2,10	
Итого:		86,1						168,8			354,4

5.2.3. Геологическая документация

Геологическая документация заключается в геологической документации керна скважин. Работы будут вестись параллельно разведочному бурению. Продолжительность работ 8 месяцев. Геологическая документация проводится непосредственно на месте работ.

Объем геологической документации:

- керна скважин - 8610 п.м;

Расчёт затрат времени и труда на производство работ приведен в таблице 5.3.

Работа по документации керна горных пород будет выполнятся производственной группой из 2 исполнителей.

Состав производственной группы:

- геолог II категории - 1 чел.;

- рабочий III разряда - 1 чел.

Работы будут вестись непосредственно у места проведения работ.

Таблица 5.3

Затрат времени и труда на проведение геологической документации

Вид работ по условиям проведения	Единица измерения	Объем			Затраты времени (смены)				Затраты труда, чел./смен.		
		Всего	В том числе		Номер таблицы ССН-92, номер выпуска	Норма на единицу	Коэффициент отклонения от нормальных условий	На весь объем	Номер таблицы ССН-92, номер выпуска	Норма на единицу чел-дн на 1 см	На весь объем чел-дн
			в нормализованных условиях	с отклонением от нормальных условий							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Геологическая документация керна у буровой скважины	100 м				ССН-1, ч.1,т.31				ССН-1, ч.1,п.79 (п.75)		
в летнее время			43,05			2,57		110,6			
в зимнее время				43,05		2,57	1,1	121,7			
Всего		86,1						232,3		2,14	497,12

5.2.4. Геофизические исследования скважин

Для решения поставленных задач предполагается применить комплекс ГИС, включающий следующие методы:

- гамма-каротаж (ГК);
- каротаж сопротивлений (КС);
- каротаж методом скользящих контактов (СК);
- каротаж потенциалов самопроизвольной поляризации (ПС);
- каротаж магнитной восприимчивости (КМВ);
- кавернометрия (КМ);
- инклинометрия (ИК).

Геофизические исследования будут выполняться на договорной основе геофизической партией.

5.2.5. Лабораторные работы

Для решения поставленных задач предполагается применить следующие лабораторные исследования: пробирный анализ на Au, спектральный полуколичественный анализ, спектрозолотометрический анализ, химические анализы в рудах и петрографо-минералогические исследования.

Лабораторные исследования будут выполняться по договору с центральной хим. лабораторией АО "Полюс золото".

5.2.6. Топографо-геодезические работы

Целевым назначением проектируемых топографо-геодезических работ является вынос в натуру проектного положения и привязка после бурения оценочных скважин и горных выработок (канав), сопутствующие работы, оформление топооснов 1:2000.

Все топографо-геодезические работы будут проведены с требованиями Инструкции по топографо-геодезическому и навигационному обеспечению геологоразведочных работ. М., 1996, Инструкцией по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых ГЛОНАСС и GPS систем. М., 2002.

Продолжительность работ 1 месяц.

Списочный состав исполнителей определяем расчетом по формуле:

$$Ч = \frac{4{,}63}{25{,}4 \cdot 1 \cdot 0{,}91} = 1 \text{ отряд;}$$

На топографо-геодезических работах будет задействован 1 отряд в составе 2 исполнителей:

-техник -геодезист -1 чел.;

-замерщик - 1 чел.

Расчет затрат времени и труда на проведение топографо-геодезических работ приведен в таблице 5.4.

Таблица 5.4

Расчет затрат времени и труда на топогрофо-геодезические работы

Вид работ по условиям проведения	Единица измерения	Объем			Затраты времени (бригадо-дни)				Затраты труда, чел./дн.		
		Всего	В том числе		Номер таблицы ССН-92, номер выпуска	Норма на единицу	Коэффициент отклонения от нормальных условий	На весь объем	Номер таблицы ССН-92, номер выпуска	Норма на единицу чел-дн на 1 см	На весь объем чел-дн
			в нормализованных условиях	с отклонением от нормальных условий							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Привязка точек геологоразведочных наблюдений способом засечек	точка		14		ССН-9, табл.48	0,1		1,4	ССН-9, табл.49	0,51	
Всего:		14						1,4			0,71
Тахеометрическая съемка в масштабе 1:2000	км^2		0,07		ССН-9, табл.24	4,76		0,33	ССН-9, табл.25	10,18	
Всего:		0,07						0,33			3,4
Теодолитные ходы точности 1:2000	км		1,6		ССН-9, табл.6	0,27		0,43	ССН-9, табл.7	1,21	
Всего:		1,6						0,43			0,52
Итого:								2,16			4,63

5.2.7. Организация и ликвидация полевых работ

Продолжительность периодов организации и ликвидации полевых работ – по 1 месяцу.

Период организации предшествует полевым работам. В это время осуществляется укомплектование партии инженерно-техническим персоналом, подбираются: необходимая аппаратура, оборудование, транспортные средства.

Ликвидация полевых работ выполняется вследствие завершения и включает мероприятия по демонтажу машин и оборудования, вывозу проб, перегонке техники, мероприятий по охране недр и окружающей среды. Жилые сооружения перевозятся на другой участок.

Затраты на организацию и ликвидацию полевых работ определяются в процентном отношении от сметной стоимости полевых работ и составляют 2 % на организацию, 1,6 % - на ликвидацию, так как район работ относится к местностям, приравненных к Крайнему Северу

5.2.8. Камеральные работы

Камеральные работы проводятся с целью обобщения всех материалов, полученных в результате проведения геологоразведочных работ. Камеральная обработка полевых материалов проводится после проведения полного оформления полученного материала и составления геологического отчёта. Продолжительность камеральных работ - 2 месяца. Состав исполнителей и сметная стоимость на работы этого вида приведены в СМ-6.

5.2.19. Транспортировка грузов и персонала

Транспортировку грузов и персонала предусматривается производить по сложившейся на предприятии транспортной схеме:

Продовольственные и промышленные товары завозятся из пос. Еруда. Здесь находятся продовольственный и технический склады и будет располагаться база отряда. Расстояние до площади работ отряда 24 км.

Сметные затраты на транспортировку всех грузов и персонала определяются в процентах от сметной стоимости полевых работ (п. 169 «Инструкции по составлению проектов и смет на ГРР», 1995г.), исходя из сложившихся на предприятии затрат на транспортировку по видам транспорта и составляют 10%.

5.2.10. Календарный план выполнения геологического задания

На основании технико-экономических показателей (ТЭП), продолжительности производства проектируемых работ и возможного совмещения их во времени составляется календарный план выполнения геологического задания (таблица 5.5).

Таблица 5.5

Календарный план выполнения геологического задания

Виды работ	2017										2018			
	Месяцы													
	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель
Подготовительный период и проектирование	X													
Организация работ		X												
Полевые работы:														
Топографо-геодезические работы			X											
Буровые работы;				X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Опробование;				X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Геологическая документация.				X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Ликвидация полевых работ													X	
Камеральные работы													X	X
Транспортировка персонала и грузов		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

СМЕТНАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ

В сметно-финансовых расчетах принимаем следующие показатели:

– районный к заработной плате – 1,5;

– к материальным затратам – 1,092;

– к амортизации – 1,062.

Уровень накладных расходов – 18 % от основных расходов.

Плановые накопления – 15 % от суммы основных и накладных расходов.

Транспортировка грузов и персонала – 10 % от сметной стоимости полевых работ.

Полевое довольствие – 7,2 % от сметной стоимости полевых работ.

Доплаты – 1,5 % от сметной стоимости работ по объекту собственными силами.

Резерв на непредусмотренные работы и затраты – 6 % от сметной стоимости работ по объекту.

Норма на организацию полевых работ – 2 % от сметной стоимости полевых работ.

Норма на ликвидацию полевых работ – 1,6 % от сметной стоимости полевых работ.

Индексы на первый квартал 2016 г к видам работ приведены в таблице 5.6

Таблица 5.6 Индексы по видам работ

Вид работ	Индекс
Проектирование	2,455
Буровые работы	1,630
Опробование твердых ПИ	1,316
Топографо–геодезические	1,730
Геологическая документация	1,773
Камеральные работы	2,472

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации

Предприятие АО "Полюс золото"

Партия ГРП

Адрес партии_____

Фамилия, имя, отчество начальника партии_____

Направление работ и полезное ископаемое разведка глубокий горизонтов, золотая руда_____

Смету утверждаю:

в сумме 192725634,8 руб.

СМЕТА

На проведение геологоразведочных работ

К проекту утвержденному "01" мая 2016 г.

По объекту месторождение "Благодатное"

Начало работ 01.03.2017 г. окончание работ 30.04.2018 г.

Смету составил: Аввакумов А.С._____(подпись, инициалы, фамилия)

Смету проверил: С.Ф. Богдановская_____(подпись, инициалы, фамилия)

Начальник партии(экспедиции)_____(подпись, инициалы, фамилия)

Главный геолог партии (экспедиции)

Журавлев В.В._____(подпись, инициалы, фамилия)

Форма СМ 1

Общая сметная стоимость геологоразведочных работ

Наименование работ и затрат	Единица	Объём работ	Единичная сметная расценка	Полная стоимость, руб.
1	2	3	4	5
I. Основные расходы, всего	руб.	-	-	**109704491,2**
А. Собственно геолого-разведочные работы, всего	руб.			**99657302,9**
1. Проектирование	мес.			367304,1
2. Полевые работы-всего в том числе по видам:	руб.	-	-	95942919,4
2.1. Геологическая документация	100 м	86,1	9355,6	805514,7
2.2. Опробование ПИ	100 м	86,1	13544,5	1166179,3
2.3. Разведочное бурение	м	8610	10815,8	93123947,5
2.4. Топографо-геодезические работы	точка	14	2382,7	33357,4
3. Организация и ликвидация полевых работ:	руб.			3453945,1
3.1. Организация полевых работ				1918858,4
3.2. Ликвидация полевых работ				1535086,7
4. Камеральные работы	мес.			707054,8
Б. Сопутствующие работы и затраты				**10047188,34**
5. Транспортировка грузов и персонала, 10%	руб.	-	-	10047188,34
II. Накладные расходы, 18%	руб.	-	-	**18084820,2**
III. Плановые накопления, 15 %	руб.	-	-	**19290484,8**
IV. Компенсируемые затраты, всего	руб.	-	-	**12795942,2**
1.1 Полевое довольствие 7,2%				10589745,3
1.2. Доплаты 1,5%				2206196,9
V. Подрядные работы 20%	руб.	-	-	**21940898,2**
VI. Резерв на непредвиденные работы и затраты, 6%	руб.	-	-	**10908998,2**
Всего по объекту	**руб.**			**192725634,8**

Форма СМ 5

Основные расходы на расчётную единицу работ

Буровые работы

по СНОР-93, выпуск 5

Поправочные коэффициенты:

- к затратам на оплату труда (районный): 1,5
- к материальным затратам (ТЗР): 1,092
- к амортизации (ТЗР): 1,062
- индекс: 1,630

(руб./ст.-см.)

Статьи затрат	Нормы затрат на колонковое бурение ОКС - 93	
	СНОР-5, табл.6, стр.26	Затраты с поправочным коэффициентом
1. Затраты на оплату труда	1903	2854,5
2. Отчисления на социальные нужды	746	1119
3. Материальные затраты	4823	7900,1
4. Амортизация	453	721,6
Всего основных расходов	7925	12595,2
Итого основных расходов на весь объем работ		146608,1
Всего с коэффициентом индексации		238971,2

Статьи затрат	Нормы затрат на колонковое бурение с применением комплекса ССК	
	СНОР-5, табл.6, стр.26	Затраты с поправочным коэффициентом
1. Затраты на оплату труда	2549	3823,5
2. Отчисления на социальные нужды	1066	1599
3. Материальные затраты	13271	21737,9
4. Амортизация	1624	2587
Всего основных расходов	18510	29747,4
Итого основных расходов на весь объем работ		50207661,7
Всего с коэффициентом индексации		81838488,6

Статьи затрат	Нормы затрат на вспомогательные работы	
	СНОР-5	Затраты с поправочным коэффициентом
1. Затраты на оплату труда	1903	2854,5
2. Отчисления на социальные нужды	746	1119
3. Материальные затраты	4823	3617,3
4. Амортизация	453	339,8
Всего основных расходов	7925	7930,6
Итого основных расходов на весь объем работ		12292,4
Всего с коэффициентом индексации		20036,7

Статьи затрат	Монтаж-демонтаж и перемещение менее 1 км	
	СНОР-5, табл. 23, стр.15	Затраты с поправочным коэффициентом
1. Затраты на оплату труда	6830	10245
2. Отчисления на социальные нужды	2680	4020
3. Материальные затраты	9765	15995,1
4. Амортизация	7533	12000,1
Всего основных расходов	26808	42260,2
Итого основных расходов на весь объем работ		3161062,9
Всего с коэффициентом индексации		5152532,6

Статьи затрат	Нормы затрат на зимнее удорожание	
	СНОР-5, табл.42, стр.3	Затраты с поправочным коэффициентом
1. Затраты на оплату труда	178	267
2. Отчисления на социальные нужды	69	103,5
3. Материальные затраты	1003	1642,9
4. Амортизация	10	15,9
Всего основных расходов	1260	2029,3
Итого основных расходов на весь объем работ		3603630,9
Всего с коэффициентом индексации		5873918,4

Итого на буровые работы: 93123947,5 руб.

Форма СМ 5

Основные расходы на расчётную единицу работ

Керновое опробование

по СНОР-93, выпуск 1 часть 1

Поправочные коэффициенты:

- к затратам на оплату труда (районный): 1,5
- к материальным затратам (ТЗР): 1,092
- к амортизации (ТЗР): 1,062
- индекс: 1,316

(руб./мес.)

Статьи затрат	Керновое опробование	
	СНОР-5,	Затраты с поправочным коэффициентом
1. Затраты на оплату труда	26501	39751,5
2. Отчисления на социальные нужды	10336	15504
3. Материальные затраты	41642	68209,6
4. Амортизация	3375	5376,4
Всего основных расходов	81854	128841,5
Итого основных расходов на весь объем работ		21748445,2
Всего с коэффициентом индексации		28620953,9

Итого на керновое опробование 29620953,9 / 25,4 = 1166179,3 руб.

Форма СМ 5

Основные расходы на расчётную единицу работ

Проведение геологической документации

по СНОР-93, выпуск 1 часть 1

Поправочные коэффициенты:

- к затратам на оплату труда (районный): 1,5
- к материальным затратам (ТЗР): 1,092
- к амортизации (ТЗР): 1,062
- индекс: 1,773

(руб./мес.)

Статьи затрат	Проведение геологической документации	
	СНОР-5, табл.6, стр.26	Затраты с поправочным коэффициентом
1. Затраты на оплату труда	23249	34873,5
2. Отчисления на социальные нужды	9067	13600,5
3. Материальные затраты	734	1202,3
4. Амортизация	-	-
Всего основных расходов	33050	49676,3
Итого основных расходов на весь объем работ		11539804,5
Всего с коэффициентом индексации		2046007,4

Итого на проведение геологической документации:

20460073,4 / 25,4 = 805514,7 руб.

Форма СМ 5

Основные расходы на расчётную единицу работ
топографо-геодезических работ

по СНОР-93, выпуск 5

Поправочные коэффициенты:

- к затратам на оплату труда (районный): 1,5
- к материальным затратам (ТЗР): 1,092
- к амортизации (ТЗР): 1,062
- индекс: 1,730

(руб./бр.-мес.)

Статьи затрат	Привязка точек геологоразведочных наблюдений способом засечек	
	СНОР-5,	Затраты с поправочным коэффициентом
1. Затраты на оплату труда	38075	57112,5
2. Отчисления на социальные нужды	14859	22288,5
3. Материальные затраты	5740	9402,1
4. Амортизация	965	1537,2
Всего основных расходов	59639	90340,3
Итого основных расходов на весь объем работ		126476,4
Всего с коэффициентом индексации		218804,3

Статьи затрат	Тахеометрическая съемка в масштабе 1:2000	
	СНОР-5,	Затраты с поправочным коэффициентом
1. Затраты на оплату труда	49251	73876,5
2. Отчисления на социальные нужды	19202	28803
3. Материальные затраты	20625	33783,8
4. Амортизация	3683	5867
Всего основных расходов	92761	142330,3
Итого основных расходов на весь объем работ		46968,9
Всего с коэффициентом индексации		81256,4

Статьи затрат	Теодолитные ходы точности 1:2000	
	СНОР-5	Затраты с поправочным коэффициентом
1. Затраты на оплату труда	50851	76276,5
2. Отчисления на социальные нужды	19563	29344,5
3. Материальные затраты	30785	50425,8
4. Амортизация	6325	10075,7
Всего основных расходов	107824	166121,9
Итого основных расходов на весь объем работ		71432,4
Всего с коэффициентом индексации		123578,1

Итого на топографо-геодезические работы: 847277,9 / 25,4 = 33357,4 руб.

Форма СМ 6

РАСЧЕТ

Основных расходов на проектирование

Продолжительность работ: 1 месяц

Поправочные коэффициенты:

- к затратам на оплату труда (районный): 1,5
- к материальным затратам (ТЗР): 1,092

Индекс : 2,455

Статьи расходов	Сметная стоимость, руб	
	Расчетной единицы	Объема работ с учетом поправочного коэффициента
1.Основная заработная плата:	56700	85050
начальник партии	19800	
геолог	13700	
буровой мастер	13700	
экономист	9500	
2. Дополнительная заработанная плата (7,9%)	4479,3	6718,9
3. Отчисления на социальные нужды (38,5%)	21352,3	32028,5
4. Материалы (5%)	3840,6	6302,4
5. Услуги (15%)		19514,9
6. Итого основных расходов:		149614,7
7. Итого с учетом коэффициента		367304,1

Форма СМ 6

РАСЧЕТ

Основных расходов на камеральные работы

Продолжительность работ: 2 месяца

Поправочные коэффициенты:

- к затратам на оплату труда (районный): 1,5
- к материальным затратам (ТЗР):1,092

Индекс: 2,472

Статьи расходов	Сметная стоимость, руб	
	Расчетной единицы	Объема работ с учетом поправочного коэффициента
1.Основная заработная плата:	52600	78900
главный геолог	17500	
геолог	13700	
техник- геолог	10700	
техник- геолог	10700	
2. Дополнительная заработанная плата (7,9%)	4155,4	6233,1
3.Отчисления на социальные нужды (38,5%)	21850,8	32776,2
4. Материалы (5%)	3930,3	6449,6
5. Услуги (15%)		18653,8
6. Итого основных расходов:		143012,7
7. Итого с учетом коэффициента		353527,4

Итого на весь объём камеральных работ: 353527,4 × 2 = 707054,8 руб.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТ

Наименование показателей	Величина показателя
Сметная стоимость геологического задания, руб.	192725634,8
Проектируемые работы по видам:	
Разведочное бурение, п.м	8610
Керновое опробование, 100 м	86,1
Геологическая документация, 100 м	86,1
Топографо-геодезические работы, точка	14
Сметная стоимость единицы работ по видам:	
Разведочное бурение, руб/п.м	14677
Керновое опробование, руб/100 м	18379,9
Геологическая документация, руб/100 м	12694,7
Топографо-геодезические работы, руб/точка	3233,2
Скорость бурения скважин, м/мес.	495
Численность работающего, чел.	48
Среднегодовая выработка на одного работающего, руб/чел.	3027838,7
Количество необходимого оборудования, ед.	2
Экономический эффект применения КСМ, руб	26317760,6

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. В.В. Нескоромных. Проектирование скважин на твердые полезные ископаемые: учеб. пособие / В.В. Нескоромных. - 2-е изд., перерв. и доп. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. - 350 с.

2. В.П. Рожков. Проектирование буровых машин и механизмов: учеб. пособие / В.П. Рожков. - Красноярск: ИПК Сиб. федер. ун-та, 2008 г. - 200 с.

3. В.В. Нескоромных. Направленное бурение и основы кернометрии: Учебное пособие - 2-е изд., перераб. и доп. / В.В. Нескоромных. - Красноярск: СФУ, 2012. - 328 с.

4. Boart Longyear. Установка для алмазного колонкового бурения с поверхности LF - 90 С. Технических обзор, 2013 г.

5. Boart Longyear. Сводный каталог продукции. Бурильные и обсадные трубы. 2010 г.

6. Boart Longyear. Обзор продукции Ultramatrix™ алмазные коронки серии UMX. 2012 г.

7. Atlas Copco. Добавки к буровому раствору. 2011 г.

8. ЗАО "Полюс золото" Проект на разведочные работы на глубоких горизонтах месторождения Благодатное. Красноярск 2013 г.