

Товарищество с ограниченной ответственностью «Горнорудная
компания «Сары Арка»
Товарищество с ограниченной ответственностью «Два Кей»

«Утверждаю»
Директор
ТОО «Горнорудная компания «Сары Арка»
_____ М.Б.Жакупов
«_____» _____ 202_ г

План горных работ
месторождения никель-кобальтовых руд Бугетколь в Айтекебийском
районе Актыубинской области
Книга 1
«Геологическая часть»

Генеральный проектировщик:

ТОО «Два Кей»

Генеральный директор ТОО «Два Кей»:

Н. Каменский

Алматы 2024 г.

СОСТАВ ПРОЕКТА

| Книга | Наименование | Исполнитель |
|-------|--|---------------|
| 1 | Геологическая часть Пояснительная записка | ТОО «Два Кей» |
| 2 | Технологическая часть (горная и горно- механическая) Пояснительная записка | ТОО «Два Кей» |
| 3 | Технико-экономическое обоснование | ТОО «Два Кей» |
| 4 | Декларация промышленной безопасности к Плану горных работ месторождения никель-кобальтовых руд Бугетколь | ТОО «Два Кей» |
| 5 | Промышленная безопасность и охрана труда, пожарная безопасность | ТОО «Два Кей» |
| 6 | План ликвидации | ТОО «Два Кей» |
| 7 | Оценка воздействия на окружающую среду | ТОО «Два Кей» |

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

| | | | |
|---|--|---------------------------|---|
| Главный инженер проекта | | Темирханов К.К | Общее руководство проекта Книга (главы 1, 2, 8, 7) |
| Горный инженер-геолог 1 кат. | | Каменский И.Н. | Книга 1, книга 2 (разделы 3.1-3.8) |
| Ведущий горный инженер | | Шарафутдинов Д.К. | Книга 2 (разделы 3.9, 3.10, 3.14-3.17, Главы 4,5,10,11) |
| Инженер-конструктор | | Дифу Х.С. | Книга 2 (разделы 3.11- 3.13) |
| Главный специалист по промышленной безопасности | | Габбасов С.Г. | Книга 4-5, Книга 2 (Главы 12, 13) |
| Ведущий конструктор | | Купцов В.А. | Книга 2 (Глава 6) |
| Заместитель генерального директора | | Маслова И.В | Книга 7 |
| Консультант по охране окружающей среды Балабенко С.И. | | Балабенко С.И. | Книга 7 |
| Ведущий экономист | | Гареева – Шишкова Л.Р. | Книга 3 |

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|----|
| СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ..... | 3 |
| СПИСОК ТАБЛИЦ | 6 |
| СПИСОК РИСУНКОВ..... | 8 |
| 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТОРОЖДЕНИИ..... | 9 |
| 1.1 Географо-экономическое положение | 9 |
| 1.2 Орография и климат | 9 |
| 2 ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ..... | 10 |
| 2.1 Стратиграфия | 10 |
| 2.2 Интрузивные породы | 10 |
| 2.3 Древняя кора выветривания | 12 |
| 2.4 Палеогеновые отложения (Pg)..... | 21 |
| 2.5 Верхнеплиоцен-древнечетвертичные отложения (N23-Q1)..... | 22 |
| 2.6 Четвертичные отложения (Q)..... | 22 |
| 2.7 Тектоника | 22 |
| 2.8 Характер оруденения, условия залегания и морфология рудных тел..... | 23 |
| 2.9 Генезис и тип месторождения | 23 |
| 3 РАЗВЕДАННОСТЬ МЕСТОРОЖДЕНИЯ..... | 25 |
| 3.1 Буровые работы | 25 |
| 3.2 Горные работы | 27 |
| 3.3 Геофизические работы..... | 29 |
| 3.4 Опробование | 30 |
| 3.4.1 Результаты валового опробования | 32 |
| 3.5 Обработка проб..... | 34 |
| 3.6 Химико-аналитические работы..... | 37 |
| 3.7 Ранее выполненные оценки Минеральных ресурсов\запасов или подсчеты запасов (по стандарту ГКЗ) полезных ископаемых..... | 40 |
| 4 КАЧЕСТВЕННАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУД..... | 42 |
| 4.1 Вещественный состав руд..... | 42 |
| 4.1.1 Типизация и литология руд | 42 |
| 4.1.2 Гранулометрический состав руды..... | 43 |
| 4.1.3 Минеральный состав руд и распределение полезных компонентов ... | 46 |
| 4.1.4 Химический состав руды | 48 |
| 5 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ..... | 50 |
| 5.1 Инженерно-геологические исследования | 50 |
| 5.2 Физико-механические свойства руд и пород..... | 50 |
| 5.3 Инженерно-геологическое районирование разреза | 62 |

| | | |
|-----|--|----|
| 6 | Гидрогеологические условия | 65 |
| 6.1 | Методика и объемы выполненных работ | 65 |
| 6.2 | Гидрогеологические условия месторождения | 65 |
| 7 | ЗАПАСЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ | 68 |
| 7.1 | База данных | 68 |
| 7.2 | Геологическая модель | 69 |
| 7.3 | Моделирование минерализации | 70 |
| 7.4 | Блочное моделирование | 71 |
| 7.5 | Геостатистический анализ | 71 |
| 7.6 | Интерполяция | 72 |
| 7.7 | SWATH-Plot | 72 |
| 7.8 | Результаты моделирования | 75 |
| 8 | ВЫВОДЫ | 77 |
| | СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ | 78 |
| | СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ | 79 |
| | Приложение А | 80 |

СПИСОК ТАБЛИЦ

| | |
|--|----|
| Таблица 1.1.1 - Географические координаты горного отвода..... | 9 |
| Таблица 2.3.1 - Распределение минералов в охрах | 17 |
| Таблица 2.3.2 - Содержание попутных компонентов | 17 |
| Таблица 2.3.3 - Распределение минералов в обохренных нонтронитизированных серпентинитах..... | 18 |
| Таблица 2.3.4 - Результаты полуколичественного спектрального анализа обохренных нонтронитизированных серпентинитов | 18 |
| Таблица 2.3.5 - Распределение минералов в нонтронитизированных серпентинитах | 19 |
| Таблица 2.3.6 - Результаты спектрального анализа нонтронитизированных серпентинитов..... | 19 |
| Таблица 2.3.7 - Распределение минералов в слабо нонтронитизированных серпентинитах..... | 20 |
| Таблица 2.3.8 - Результаты спектрального анализа нонтронитизированных серпентинитов..... | 20 |
| Таблица 3.1.1 - Объемы выполненных буровых работ..... | 25 |
| Таблица 3.1.2 - Сравнения данных опробования разведочных скважин 1960- 1963 гг. с контрольными скважинами 2007 года..... | 27 |
| Таблица 3.2.1 - Перечень горных выработок, их глубины, соответствующие разведочные скважины и вскрытые выработками рудные интервалы | 28 |
| Таблица 3.4.1 - Сопоставление средних содержаний Ni по скважинам и горным выработкам..... | 31 |
| Таблица 3.4.1.1 - Сравнение интервалов отбора валовых проб с интервалами бороздового и кернового опробования | 32 |
| Таблица 3.4.1.2 - Результаты обработки валовых проб | 33 |
| Таблица 3.4.1.3 - Сопоставление объема «Валунов» в шурфах и линейного их пересечения в соответствующих скважинах | 33 |
| Таблица 3.4.1.4 - Сопоставление средних содержаний никеля и кобальта в шурфах при бороздовом и валовом опробовании | 33 |
| Таблица 3.4.1.5 - Сравнение средних содержаний никеля и кобальта по трем шурфам при бороздовом и валовом опробовании | 34 |
| Таблица 3.6.1 - Сводные результаты внутреннего контроля работы химлаборатории | 37 |
| Таблица 3.6.2 - Сводные результаты обработки внешних контрольных анализов по первому способу | 38 |
| Таблица 3.6.3 – Сравнение характеристик классов обработки результатов внешнего контроля по первому и второму способу | 39 |
| Таблица 3.6.4 - Сводные результаты обработки внешних контрольных анализов...40 | |
| Таблица 3.7.1 - Запасы никель-кобальтовых руд, утвержденных ГКЗ СССР | 40 |
| Таблица 3.7.2 – Запасы месторождения Бугетколь, по состоянию на 01.01.2008 г..41 | |
| Таблица 4.1.1.1 - Характеристики физических свойств литологических разностей коры выветривания, слагающих рудные тела..... | 43 |
| Таблица 4.1.1.2 - Типизация руд по литологическим разностям..... | 43 |
| Таблица 4.1.2.1 - Литологический состав валовых проб сухого рассева..... | 44 |
| Таблица 4.1.2.2 - Результаты сухого рассева проб..... | 44 |
| Таблица 4.1.2.3 - Гранулометрический состав зоны коры выветривания серпентинитов месторождения Бугетколь..... | 45 |
| Таблица 4.1.2.4 - Результаты гранулометрического анализа..... | 46 |
| Таблица 4.1.3.1 - Минеральный состав рудной зоны..... | 46 |

| | |
|---|----|
| Таблица 4.1.3.2 - Содержание никеля и кобальта в основных рудообразующих минералах коры выветривания | 47 |
| Таблица 4.1.3.3 - Минеральный состав технологических проб № 1, № 2 | 47 |
| Таблица 4.1.4.1 - Химический состав валовых проб (средний по 6-и пробам)..... | 48 |
| Таблица 4.1.4.2 - Результаты полуколичественного спектрального анализа..... | 49 |
| Таблица 5.1.1 – Объемы выполненных физико-механических исследований..... | 50 |
| Таблица 5.2.1 - Физико-механические свойства грунтов покровной толщи верхнеплиоцен-древнечетвертичного возраста..... | 51 |
| Таблица 5.2.2 - Результаты лабораторных исследований грунтов коры выветривания | 54 |
| Таблица 5.2.3 - Результаты лабораторных исследований грунтов коры выветривания (2) | 57 |
| Таблица 5.2.4 - Физические характеристики скальных грунтов по данным лабораторных исследований в 2007 г..... | 61 |
| Таблица 5.3.1 - Средние значения физико-механических свойств руд месторождения | 64 |
| Таблица 6.1.1 - Виды и объемы выполненных в 2007г. гидрогеологических работ | 65 |
| Таблица 7.2.1 – Объединение литологических кодов..... | 69 |
| Таблица 7.6.1 – Интерполяционные параметры..... | 72 |
| Таблица 7.8.1 – Результаты моделирования по различным бортовым содержаниям (всего в модели) без классификации | 75 |
| Таблица 7.8.2 – Результаты моделирования по бортовому содержанию 0.5% с применением предварительной классификации Минеральных Ресурсов..... | 76 |
| Таблица 7.8.3 – Результаты моделирования по бортовому содержанию 0.7% с применением предварительной классификации Минеральных Ресурсов..... | 76 |
| Таблица 7.8.4 – Сопоставление запасов числящихся на балансе ГКЗ с результатами 3D моделирования | 76 |

СПИСОК РИСУНКОВ

| | |
|---|----|
| Рисунок 2.3.1 – Геологическая карта коры выветривания | 13 |
| Рисунок 3.5.1 – Схема используемой пробоподготовки..... | 36 |
| Рисунок 6.2.1 – Гидрогеологическая карта района работ | 67 |
| Рисунок 7.1.1 – Скважины в пространстве | 69 |
| Рисунок 7.2.1 – 3D геологическая модель по разрезу XVI (приложение А) | 70 |
| Рисунок 7.3.1 – Каркасы зоны минерализации по различным бортовым содержаниям (приложение А)..... | 70 |
| Рисунок 7.3.2 – Блочная модель по различным бортовым содержаниям с подложкой из геологической каркасной модели (приложение А) | 70 |
| Рисунок 7.3.3 – График зависимости тоннажа от содержаний | 71 |
| Рисунок 7.5.1 – Вариограмма зоны минерализации | 72 |
| Рисунок 7.7.1 – Swath-Plot по оси X | 73 |
| Рисунок 7.7.2 - Swath-Plot по оси Y | 74 |
| Рисунок 7.7.3 - Swath-Plot по оси Z | 74 |
| Рисунок 7.8.1 – Предварительная классификация Минеральных Ресурсов (красный – выявленные, голубой – предполагаемые) (приложение А)..... | 75 |

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТОРОЖДЕНИИ

1.1 Географо-экономическое положение

Месторождение «Бугетколь» расположено в Айтекебийском районе Актюбинской области Республики Казахстан, 3 км севернее от новой железной дороги Алтынсарино-Хромтау, 35 км к северо-востоку от районного административного центра села Темирбека Жургенова, 270 км к северо-востоку от областного административного центра г. Актобе.

Горный отвод площадью 2,772 км², ограничен точками со следующими географическими координатами:

Таблица 1.1.1 - Географические координаты горного отвода

| №№ точек | Северная широта | Восточная долгота |
|----------|-----------------|-------------------|
| 1 | 50°36'55,89" | 60°53'23,61" |
| 2 | 50°37'40,33" | 60°54'24,23" |
| 3 | 50°37'39,50" | 60°54'47,34" |
| 4 | 50°37'24,91" | 60°55'11,35" |
| 5 | 50°37'08,67" | 60°55'04,71" |
| 6 | 50°36'50,30" | 60°54'39,90" |
| 7 | 50°36'24,05" | 60°53'54,06" |
| 8 | 50°36'43,19" | 60°53'22,62" |

Связь с областным центром осуществляется автотранспортом по шоссе дорогам, а также поездом по железной дороге.

Основой экономики района в настоящее время является сельское хозяйство.

1.2 Орогидрография и климат

Район месторождения представляет собой холмистое плато с абсолютными отметками от 330-335 м над уровнем моря.

Непосредственно вблизи месторождения гидрографическая сеть отсутствует. Верховья р. Иргиз находятся в 35 км к западу от месторождения. Климат района резко континентальный, с сухим, жарким летом и продолжительной холодной зимой. Самым холодным месяцем является январь со среднемесячной температурой -20-24°С и абсолютным минимумом -48°С. Самая высокая среднемесячная температура +30-34° отмечается в июле с абсолютным максимумом +42°. Снежный покров ложится в ноябре, сходит в первой половине апреля. Для района характерны сильные ветры, преимущественно северо-западного и западного направления, сопровождаемые пыльными бурями, со скоростью ветра до 15 м/сек и больше. Среднегодовое количество осадков изменяется от 220 до 250 мм.

2 ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

2.1 Стратиграфия

В геологическом строении площади участка месторождения принимает участие довольно обширный комплекс пород: верхнепротерозой-нижнепалеозойские метаморфические сланцы, доверхнедевонские габброиды, верхнепалеозойские ультраосновные породы и диориты, нижнемезозойская кора выветривания по вышеупомянутым породам, палеогеновые пески и песчаники, верхнеплиоцен-древнечетвертичные глины и четвертичные суглинки.

Верхнепротерозой-нижнепалеозойские породы (Pt_2-Pz_1) имеют значительное распространение на площади участка месторождения. Они отмечаются на севере, юге, востоке и в центральной части площади месторождения в виде узкой полосы между интрузивными телами ультраосновных пород. Верхнепротерозой-нижнепалеозойские породы представлены слюдисто-кварцевыми, слюдисто-полевошпатовыми, графито-слюдисто-кварцевыми, графито-кварцевыми, кварцево-амфиболовыми, полевошпато-амфиболовыми сланцами и биотитовыми гнейсами.

Вышеупомянутые породы в основном вскрыты скважинами под верхнеплиоцен-древнечетвертичными глинами и лишь в центральной части месторождения и на юге метаморфические сланцы обнажаются на дневную поверхность в виде единичных мелких пятен глинистой коры выветривания по ним.

2.2 Интрузивные породы

Интрузивные породы пользуются значительным площадным распространением – они занимают почти половину площади участка месторождения и представлены доверхнедевонскими габброидами, верхнепалеозойскими ультраосновными породами и диоритами.

Габброиды ($vaII_3$) отмечаются в СВ углу площади участка месторождения. Значительная площадь распространения их находится под покровом верхнеплиоцен-древнечетвертичных глин. Обнажаются они в виде глин коры выветривания.

Габброиды прорывают верхнепротерозой-нижнепалеозойские метаморфические сланцы и силурийские эффузивы по тектонической линии, граничат на юге с нижнекаменноугольными отложениями и прорываются интрузией пироксенитов.

Ультраосновные породы занимают центральную часть площади участка месторождения. Представлены двумя интрузивными телами – западным и восточным. Западное тело – это пироксениты и серпентинированные пироксениты, а восточное – серпентиниты.

Ультраосновные породы прорывают верхнепротерозой-нижнепалеозойские метаморфические сланцы, доверхнедевонские габброиды, силурийские эффузивы и нижнекаменноугольные отложения.

Средние размеры западного интрузивного тела 0,5х4,4 км. Ширина интрузии колеблется от 0,2 до 10 км. Западная граница распространения пироксенитов примерно прямолинейная СВ направления, а восточная – извилистая. В общем же тело пироксенитов имеет вытянутость в СВ направлении.

Пироксениты прорывают метаморфические сланцы верхнепротерозой-нижнепалеозойского возраста, силурийские диабазы, нижнекаменноугольные сланцы и габброиды доверхнедевонского возраста. Контакты пироксенитов в крутые и имеют северо-западное падение (70-80°). На дневную поверхность они обнажаются в виде отдельных дайкообразных выходов плотных пород и коры выветривания.

Северо-восточная часть тела пироксенитов находится под покровом верхнеплиоцен-древнечетвертичных глин. Кроме того, серпентинизированные пироксениты наблюдаются в краевых частях восточного тела дунитовых серпентинитов (на севере и востоке).

Дунитовые серпентиниты (bPz3). По данным бурения структурной скважины № 1 разрез дунитовых серпентинитов следующий:

32,5 – 57,0 м – разрушенные выщелоченные и сильно-выщелоченные дунитовые серпентиниты;

57,0-300,0 м – плотные дунитовые серпентиниты.

К коре выветривания по дунитовым серпентинитам приурочено месторождение Бугетколь силикатных никель-кобальтовых руд.

Тело ультраосновных пород (дунитовые серпентиниты) имеет грушевидную форму, вытянутую в СЗ направлении, и средние размеры 1,2х3,0 км. Серпентиниты прорывают метаморфические сланцы верхнепротерозой-нижнепалеозойского возраста и прорываются в свою очередь небольшими телами кварцевых диоритов.

Дунитовые серпентиниты не имеют коренных выходов на дневную поверхность; они обнажаются породами коры выветривания по ним в виде двух округлых пятен на возвышенных частях рельефа участка площади месторождения.

Около 20 % площади распространения дунитовых серпентинитов находится под покровом глин и суглинков верхнеплиоцен-древнечетвертичного и четвертичного возрастов. контакты дунитовых серпентинитов имеют крутое (70-80°) СЗ и восточное падение.

Дунитовые серпентиниты разбурены разведочными скважинами в основном по сети 100х100 м и реже по сети 50х50 м и 200х200 м.

Большинство разведочных скважин вскрыло выщелоченные карбонатизированные серпентиниты (так как на этих породах они закрывались), а меньшинство – плотные выщелоченные серпентиниты.

Карбонатизированные серпентиниты имеют повсеместное развитие на восточном теле дунитовых серпентинитов.

Кварцевые диориты (bPz_3) не обнажаются на дневную поверхность. Они находятся под покровом верхнеплиоцен-древнечетвертичных глин и вскрыты скважинами разведочного и поисково-разведочного бурения. Диориты представлены тремя телами: первые два находятся среди дунитовых серпентинитов, которые они прорывают, имеют вытянутые формы небольших размеров по направлению вытянутости серпентинитов, а третье, более крупное, имеет овальную форму, прорывает полосовидное южное окончание дунитовых серпентинитов и вмещающие метаморфические сланцы верхнепротерозой-нижнепалеозойского возраста.

Кроме того, в никеленосной коре выветривания по дунитовым серпентинитам, разведочными скважинами вскрыты мелкие дайки диоритов, которые представлены глинистыми продуктами коры выветривания по диоритам.

2.3 Древняя кора выветривания

Кора выветривания развита по всем породам площади месторождения. Мощность ее колеблется от нескольких метров до 60-80 м и залегает на различных гипсометрических уровнях. Литологический состав коры выветривания полностью зависит от характера материнских пород, которые, будучи подвергнуты химическому выветриванию, механической переработке и частично переотложению, явились источником ее образования.

На геологической карте коры выветривания месторождения Бугеткольское (рисунок 2.3.1) фации зоны выветривания объединены в зоны. Это объединение проведено с целью упрощения построения карты.

а) Кора выветривания по верхнепротерозой-нижнепалеозойским породам.

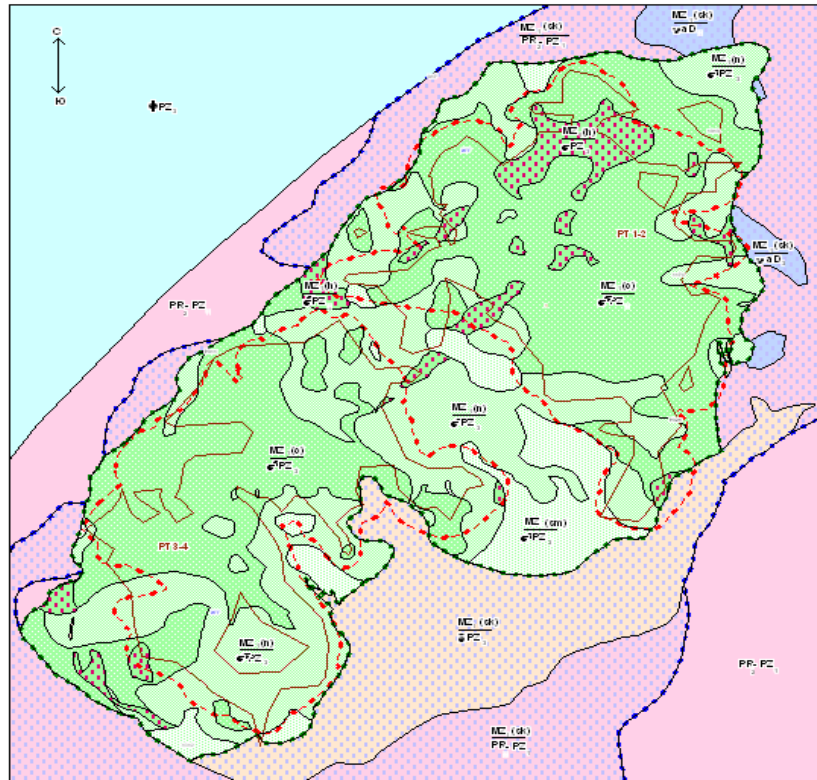
Как уже отмечалось выше, верхнепротерозой-нижнепалеозойские породы представлены слюдисто-кварцевыми, слюдисто-полевошпатовыми и графито-слюдисто-кварцевыми сланцами, биотитовыми гнейсами и полевошпато-амфиболовыми сланцами. Повсеместно, на площади распространения этих пород, развита глинистая кора выветривания, мощность которой достигает до 70-80 м (центральная и восточная часть площади месторождения).

Глинистая кора выветривания по вышеупомянутым породам обнажается на дневную поверхность в центральной и южной частях площади месторождения в виде пятен небольших размеров, а на остальной части распространения метаморфических сланцев кора выветривания перекрыта верхнеплиоцен-древнечетвертичными глинами.

Кровля коры выветривания располагается в центральной части площади участка месторождения на абсолютных отметках 320-325 м, на востоке на отметках 250-300 м и на юге-270-300 м.

Геологическая карта коры выветривания
 месторождения Бугетколь

Масштаб: 1:20000



Условные обозначения



Рисунок 2.3.1 – Геологическая карта коры выветривания

Выделяется несколько зон в коре выветривания по метаморфическим сланцам по их минералогическому составу снизу вверх:

Неизмененные метаморфические сланцы.

Зона дресвы, которая соответствует зоне выщелоченных и разрушенных ультраосновных пород.

Гидрослюдистая зона, соответствующая нонтронитовой зоне.

Каолиновая зона, соответствующая зоне охр ультраосновных пород.

Зона дресвы характеризуется наличием довольно свежих первичных минералов.

Наибольшую мощность кора выветривания имеет в зоне развития гидрослюдистых сланцев. Мощность ее колеблется от несколько метров до несколько десятков метров. Характерной особенностью гидрослюдистой зоны является наличие слюд и гидрослюд, последние занимают доминирующее положение.

Каолиновая зона характеризуется своим однородным составом. Основными минералами этой зоны являются каолинит, кварц и окислы железа. В среднем мощность этой зоны около 5-10 м.

Полная зональность коры выветривания по метаморфическим сланцам наблюдается очень редко.

Макроскопически кора выветривания не представляет интереса на каолиновое сырье, т.е. здесь много крупных включений кварца, значительное количество окислов железа. Цвет коры серый и темно-серый.

б) Кора выветривания по породам силура.

Отложения силура представлены диабазами и диабазовыми порфиритами. Мощность коры выветривания по силурийским породам колеблется от 10 до 20 м. Она представлена каолиновыми глинами с характерной серовато-зеленой окраской, с реликтами порфировой структуры. Продукты коры выветривания интенсивно ожелезнены.

в) Кора выветривания по породам нижнего карбона.

Макроскопически кора по сланцам нижнего карбона представлена плотной, слегка каолинизированной глиной серого, темно-серого до черного цвета, с реликтами сланцеватой текстуры. Мощность коры выветривания колеблется от 10 до 25 м. Породы нижнего карбона обнажаются только глинами коры выветривания.

г) Кора выветривания по позднедевонским габброидам.

Глинистая кора выветривания по габброидам развита на южном их окончании габброидов и обнажается на дневную поверхность. На остальной площади распространения габброидов коры выветривания смыты или отмечаются ее низы. Выход коры выветривания на поверхность приурочен к повышенным частям рельефа. Мощность коры выветривания по габброидам колеблется от 8 до 20 м. В основном это каолиновые глины с пятнами ожелезнения.

В габбро-норитах отмечается следующая зональность: вверху - каолиновые глины с пятнами ожелезнения, затем с пятнами нонтрониты, а последние каолиновые глины постепенно переходят в зону разрушенных затронутых каолинизацией пород.

д) Кора выветривания по пироксенитам.

Западное пироксенитовое тело ультраосновных пород почти полностью обнажается на дневную поверхность за исключением СВ оконечности,

которая находится под покровом верхнеплиоцен-древнечетвертичных глин. Обнажаются пироксениты в основном продуктами коры выветривания, наблюдающиеся в виде высыпок из нор грызунов, так как поверхность пироксенитов перекрыта маломощными четвертичными суглинками. Кроме того, пироксенитовое тело разбурено поисковыми скважинами по сети 100x200 м.

Кора выветривания по серпентинизированным вебстеритам, которые слагают в основном западное тело ультраосновных пород, представлено сверху вниз следующими литологическими разностями: охристо-кремнистые образования, нонтронитизированные, слабо-нонтронитизированные и выщелоченные разрушенные пироксениты.

Наибольшим площадным распространением пользуются слабо-нонтронитизированные пироксениты, мощность которых колеблется от 1 до 3 м.

Среднее содержание никеля здесь 0,17-0,19%, а кобальта 0,10-0,12%.

Нонтронитизированные пироксениты отмечаются единичными пятнами небольших размеров. Мощность их колеблется от 4 до 13 м, а содержание никеля от 0,10 до 0,80%, кобальта - от 0,012 до 0,096%.

Охристо-кремнистые образования по пироксенитам имеют ограниченное площадное распространение. Они представлены в виде двух пятен в южной оконечности пироксенитов.

Мощность охристо-кремнистых образований колеблется от 4 до 9 м, содержание никеля варьирует от 0,33 до 0,80%, а кобальта- 0,24-0,040%.

Среди охристо-кремнистых образований и нонтронитизированных пироксенитов в центральной и южной частях западного тела ультраосновных пород выделяются два тела забалансовых никель-кобальтовых руд. Необходимо отметить, что повышенные мощности коры по пироксенитам, а также повышенные содержания никеля и кобальта, приурочены к более интенсивно серпентинизированным вебстеритам.

По диаллагитами, которые обнажаются плотными дайкоподобными телами, коры выветривания не фиксируются. Учитывая, что никеленосная кора выветривания по пироксенитам имеет, в общем, малую мощность и низкие содержания полезных компонентов (никеля и кобальта), она не представляет промышленного интереса.

е) Кора выветривания по дунитовым серпентинитам.

К коре выветривания по дунитовым серпентинитам (восточное тело ультраосновных пород) приурочено месторождение Бугетколь силикатных никель-кобальтовых руд. Кора выветривания обнажается на дневную поверхность в виде двух пятен размером около 0,25 кв.км. каждая (Граф. прил. № 1). Гипсометрические отметки поверхности обнажающейся коры выветривания равны 325-330 м. Остальная часть поверхности коры серпентинитового массива (кора развита на всей площади массива) находится под покровом верхнеплиоцен-древнечетвертичных глин и четвертичных покровных суглинков.

Мощность коры выветривания серпентинитов колеблется от 8 до 70 м.

Кора выветривания не является однородной, а характеризуется в разрезе определенно выраженной зональностью, связанной с особенностями гранулометрического и химического состава, а также с изменениями структуры. В общем, на серпентинитовом массиве выделяются следующие зоны коры выветривания (сверху вниз):

Охристо-кремнистые образования.

Охры.

Силицифицированные серпентиниты.

Обохренные нонтрониты.

Нонтрониты и нонтронитизированные серпентиниты.

Слабо нонтронитизированные серпентиниты.

Выщелоченные разрушенные серпентиниты, карбонатизированные и затронутые нонтронитизацией.

Выщелоченные серпентиниты.

Между зонами не существует резких переходов, и они могут постепенно переходить друг в друга. Полная зональность коры выветривания отмечается очень редко. Обычно нарушается порядок зональности и даже могут выпадать те или иные зоны.

Очень часто, по сравнению с другими литологическими разностями коры выветривания, силицифицированные серпентиниты и охристо-кремнистые образования встречаются в различных частях разреза. Это объясняется наличием зоны трещиноватости, которые являлись благоприятными для образования более верхних зон коры выветривания.

Охристо-кремнистые образования коры выветривания образуют одну из верхних зон. Они имеют желтый и желтовато-бурый цвет. Минералы кремнезема представлены пленками, стяжениями и отдельными оболочками. Содержание кремнезема достигает в них 50 %, а окислы железа 28-35 %. Охристо-кремнистые образования относятся к кремнистым охрам (охры пропитанные кремнеземом).

Охры. Макроскопически в коре выветривания массива месторождения Бугетколь выделяются охры желтовато-бурого, красного и промежуточных цветов. Все охры представляют собой сильно мажущие, легкие и иногда пористые в сухом состоянии породы с включенными в них черных рудных минералов и в отдельных участках реликтов неразложившегося нонтронита.

Микроскопически охры представляют в проходящем свете почти сплошную массу красного, коричневого и других темных цветов гидроокислов железа с редкими включениями других минералов. В отраженном свете охры имеют желтовато-бурые или красные цвета внутренней рефлексии в зависимости от преобладания в них гидрогетита или гидрогематита.

Таблица 2.3.1 - Распределение минералов в охрах

| Минералы | % содержания |
|---------------------------|--------------|
| Гидроокислы железа | 60,80 |
| Нонтронит | 10,88 |
| Галлуазит и ферригалуазит | 2,91 |
| Опал, халцедон, кварц | 21,07 |
| Марганцевые минералы | 3,59 |
| Магнетит и хромшпинелиды | 0,75 |

Полуколичественный спектральный анализ охр месторождения Бугетколь показывает присутствие незначительных количеств в них бериллия, ванадия, циркония, меди, скандия и стронция.

Таблица 2.3.2 - Содержание попутных компонентов

| №№ обр. | Элементы | | | | | |
|---------|-------------|-----------|------------|-------------|------|------------|
| | Be | V | Zr | Cu | Sc | Sr |
| 1 | нет | 0,01 | 0,003-0,01 | 0,001-0,003 | нет | Нет |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 360 | 0,001-0,003 | 0,01-0,03 | нет | 0,003-0,01 | 0,03 | 0,001-0,01 |
| 361 | 0,001 | 0,01-0,03 | нет | 0,003 | 0,01 | Нет |

Силицифицированные серпентиниты представлены монолитными, часто кавернозными породами (поры выполнены охристым материалом) и имеют оранжевый и желтовато-бурый цвет. Силицифицированные серпентиниты состоят в основном из минералов кремнезема (70-80°) и окислов железа (до 10 %). Под микроскопом они часто имеют реликтовую петельчатую структуру. Силицифицированные серпентиниты отмечаются в виде кавернозных «валунов» размером от 0,5 до 2,0 м.

Обохренные нонтронитизированные серпентиниты имеют коричневый или бурый цвет. В этой зоне появляется значительное количество гидроокислов железа.

Микроскопически обохренные нонтронитизированные серпентиниты имеют в проходящем свете бурую, коричневую и красную окраску и представляют собой смесь обохренного нонтронита, гидроокислов железа и других минералов, среди которых наиболее отчетливо в шлифах наблюдаются минералы кремнезема и хлориты. В отраженном свете они имеют желтовато-бурые или красные цвета внутренней рефраксии гидроокислов железа почти по всему фону шлифа.

Структура серпентинитов в обохренных нонтронитизированных серпентинитах сохраняется очень редко и встречается в отдельных участках некоторых шлифов.

Обохренные нонтронитизированные серпентиниты имеют преобладающее содержание классов тонких и средних фракций, которые составляют вместе около 90 %.

Таблица 2.3.3 - Распределение минералов в обохренных нонтронитизированных серпентинитах

| Минералы | % содержания |
|--------------------------|--------------|
| Гидроокислы железа | 29,32 |
| Нонтрониты | 58,95 |
| Опал-халцедон-кварц | 2,36 |
| Карбонаты | 0,39 |
| Марганцевые минералы | 8,64 |
| Магнетит и хромшпинелиды | 1,29 |
| Серпентин | 2,93 |
| Хлориты и гидрохлориты | 0,92 |

Таблица 2.3.4 - Результаты полуколичественного спектрального анализа обохренных нонтронитизированных серпентинитов

| Ba | Be | V | Cu | Sc | Sr |
|-----|-------------|-----------|------------|-----------|------|
| 0,1 | 0,001-0,003 | 0,01-0,03 | 0,003-0,01 | 0,03-0,01 | 0,01 |

Несколько повышенное содержание бария связано с нахождением в породе барий содержащих марганцевых минералов.

Нонтронитизированные серпентиниты представляют собой рыхлую в сухом состоянии и вязкую глиноподобную породу, жирную на ощупь. При высыхании нонтронитизированные серпентиниты растрескиваются и рассыпаются на куски. В сыром виде нонтронитизированные серпентиниты полируются ногтем и имеют восковидный облик. Цвет их яркозеленый, оливково-зеленый, темно-зеленый, зеленовато-бурый и темно-бурый, а в присутствии окислов и гидроокислов железа становится зеленовато-коричневым до коричневого и красно-коричневого. Участки нонтронитизированных серпентинитов, пропитанные гидроокислами марганца принимают темный цвет. При высыхании нонтронитизированные серпентиниты теряют яркость своей окраски и принимают более бледные и грязные цвета.

Нонтронитизированные серпентиниты содержат включения черных и синевато-черных пленок, прожилков и гнезд гидроокислов марганца, значительное количество опала, халцедона и кварца, реже встречаются бесцветные чешуйки талька и светло-зеленые чешуйки хлорита, иногда встречается ярко-зеленый монтмориллонит.

Хотя в некоторых участках наблюдается реликтовая структура серпентинита, но в целом можно считать, что она полностью утрачена. Иногда наблюдается полосчатая текстура.

Микроскопически нонтронитизированные серпентиниты имеют в проходящем свете зеленую, иногда бурую или коричневую, а в случае пропитывания гидроокислами и окислами марганца – черную окраску. При анализаторе в незагрязненных гидроокислами железа и марганца участках наблюдается микро- и мелкочешуйчатый характер основной массы минералов, представленных нонтронитом, в которых наблюдаются реликты

серпентинита, иногда хлорита, а также включения магнетита, прожилки и гнезда минералов кремнезема и редко – карбоната.

Структура исходной породы серпентинита проявляется иногда отчетливо, но часто ее можно наблюдать только в отдельных участках шлифа.

Нонтронитизированные серпентиниты имеют преобладающее содержание в их гранулометрическом составе класса тонких фракций, составляющих более половины от содержания всех классов в этой зоне.

Таблица 2.3.5 - Распределение минералов в нонтронитизированных серпентинитах

| Минералы | % содержания |
|--------------------------|--------------|
| Гидроокислы железа | 5,20 |
| Нонтрониты | 79,58 |
| Опал-халцедон-кварц | 2,68 |
| Карбонаты | 0,03 |
| Марганцевые минералы | 4,06 |
| Магнетит и хромшпинелиды | 0,60 |
| Серпентиниты | 5,44 |
| Хлориты и гидрохлориты | 0,43 |

Таблица 2.3.6 - Результаты спектрального анализа нонтронитизированных серпентинитов

| №№ обр | Ba | Be | V | Jz | Cu | Sc | Sr |
|--------|------------|------------|------------|-------|-------------|------------|------------|
| 2 | 0,03-0,1 | 0,001 | 0,01-0,03 | нет | 0,003-0,01 | 0,03-0,01 | 0,003-0,01 |
| 362 | нет | 0,001 | 0,01-0,03 | нет | 0,003-0,01 | 0,003-0,01 | нет |
| 363 | нет | 0,001 | 0,01-0,03 | нет | 0,001-0,003 | 0,003-0,01 | нет |
| 364 | нет | 0,001 | 0,01-0,03 | нет | 0,003 | нет | Нет |
| 429 | 0,003-0,01 | 0,001-0,03 | 0,01-0,03 | нет | 0,003-0,01 | 0,01-0,03 | 0,003 |
| 437 | 0,003-0,01 | 0,003-0,01 | 0,01-0,03 | нет | 0,03-0,1 | 0,03-0,1 | 0,003 |
| 1017 | 0,003-0,01 | 0,03 | 0,003-0,01 | 0,003 | 0,003-0,01 | 0,003-0,01 | 0,003 |

Слабо нонтронитизированные серпентиниты представляют собой рыхлые, участками жирные на ощупь породы белесовато-зеленого, буровато-зеленого цвета с включениями обломков выщелоченного серпентинита, сохранившегося от разложения опала, халцедона, кварца, меньше талька, хлорита, карбоната.

Участками сохраняется реликтовая структура серпентинита.

В отдельных местах слабо нонтронитизированные серпентиниты принимают желтоватый или красноватый оттенок, вызванный присутствием гидроокислов железа. Реже наблюдаются тонкие (1-2 мм) прожилки и пленки черных и синевато-черных гидроокислов марганца.

Таблица 2.3.7 - Распределение минералов в слабо нонтронитизированных серпентинитах

| Минералы | % содержания |
|--------------------------|--------------|
| Гидроокислы железа | 4,25 |
| Нонтрониты | 51,64 |
| Опал-халцедон-кварц | 16,04 |
| Карбонаты | сл. |
| Марганцевые минералы | 4,08 |
| Магнетит и хромшпинелиды | 0,32 |
| Серпентиниты | 22,65 |
| Хлориты и гидрохлориты | 1,02 |

Таблица 2.3.8 - Результаты спектрального анализа нонтронитизированных серпентинитов

| №№ обр. | Be | V | Zr | Cu | Sc | Sr |
|---------|-------|-----------|-----|------------|------------|-------------|
| 365 | 0,001 | 0,01-0,03 | нет | 0,003-0,01 | 0,01 | нет |
| 367 | нет | 0,01-0,03 | нет | 0,003-0,01 | 0,003-0,01 | 0,003-0,01 |
| 439 | 0,001 | 0,01-0,03 | нет | 0,003-0,01 | 0,01-0,03 | 0,001-0,003 |

В общем никеленосная кора выветривания на серпентинитовом массиве месторождения Бугетколь является площадной в комплексе с линейно-вытянутыми зонами карманообразных углублений, приуроченных к зонам развития даек диоритов, зонам повышенной трещиноватости и контактам вмещающих пород.

На поверхности коры линейно-вытянутые зоны не выделяются, они хорошо отмечаются на геологических разрезах. Для таких зон характерна повышенная мощность коры и наибольшее развитие кремнистых и охристо-кремнистых образований.

При переходах от коры выветривания линейно-вытянутых зон к площадной коре резко меняется литологический состав от охристо-кремнистого до нонтронитового.

Состав и зональность в линейно-вытянутых зонах коры и площадной коре соответственно сохраняется.

Распределение никеля кобальта в литологических разностях коры выветривания является неравномерным, даже иногда в одной и той же литологической разности. Однако, в основном, повышенные содержания никеля и кобальта приурочены к нонтронитам, обохренным нонтронитам и кремнисто-охристым породам. Первые две литологические разности коры выветривания составляют основную руду на месторождении.

Возраст коры по серпентинитам определяется на участке месторождения как по средне-олигоценовой, так как отмечается значительное количество пятен песка, вышеупомянутого возраста, лежащих непосредственно на коре.

Возраст коры выветривания для района месторождения определяется как нижнемезозойский на основании данных соседних районов Южных Мугоджар.

ж). Кора выветривания по верхнепалеозойским диоритам.

Как уже отмечалось выше, тела верхнепалеозойских кварцевых диоритов не обнажаются, на дневную поверхность - они вскрыты скважинами поисково-разведочного бурения под покровом верхнеплиоцен-древнечетвертичных глин.

По кварцевым диоритам развита глинистая кора выветривания, представленная каолиновыми породами. Мощность коры выветривания колеблется от 5 до 60 м и вероятно мощность ее на центральном теле более 60 м, т.к. большинство скважин здесь не вышло из зоны коры выветривания.

В коре выветривания по диоритам выделяется следующая зональность сверху вниз:

1. Бесструктурная каолиновая порода с чешуйками слюды, сыпучим кварцем и пятнами ожелезнения. Цвет этой зоны светло-серый.
2. Бесструктурная каолиновая порода с чешуйками слюды и сыпучим кварцем белого цвета.
3. Нацело каолинизированные диориты (глинистая плотная порода) с хорошо сохранившей структурой материнских пород. Цвет этой зоны от светло-серого до серого цвета.
4. Разрушенные кварцевые диориты, затронутые каолинизацией.
5. Плотные среднезернистые диориты серого и розовато-серого цвета.

Содержание никеля в коре выветривания по диоритам не превышает сотых долей процента, а кобальта - тысячных.

2.4 Палеогеновые отложения (Pg)

Палеогеновые отложения представлены кварцевыми песчаниками верхнего эоцена, песками и железисто-кварцевыми песчаниками верхнего олигоцена.

Саксаульская свита верхнего эоцена (Pg23sk) сливными кварцевыми песчаниками серого цвета, которые имеют незначительное площадное распространение и отмечаются в ЮЗ углу площади участка месторождения в виде единичных остаточных пятен площадью от 0,003 до 0,01 км².

Песчаники залегают на нижнемезозойской коре выветривания пород и имеют мощность не более 1,5 м.

Катанбулакская свита верхнего олигоцена (Pg32kt) представлена мелкозернистыми кварцевыми песками с примесью чешуек слюды и глинистых частиц. Цвет песков в основном желтовато-серый, ржано-бурый и светло-серый. Иногда в песках отмечается незначительная примесь черного рудного минерала (ильменит).

На дневную поверхность пески обнажаются в СЗ углу площади участка месторождения в виде пятна размером около 0,02 км², лежащей на коре выветривания силурийских диабазов и доверхнедевонских габброидов.

Кроме того, пятна песков вскрыты поисково-разведочными скважинами под верхнеплиоцен-древнечетвертичными глинами на площади распространения дунитовых серпентинитов (восточное тело ультраосновных пород), где они лежат непосредственно на коре выветривания по серпентинитам и имеют площадь от 0,002 до 0,01 км² и среднюю мощность около 5 м.

Чаграйская свита верхнего олигоцена (Pg33crg) представлена железисто-кварцевыми песчаниками, которые отмечаются в виде пятна с извилистыми очертаниями в плане в ЮЗ углу площади участка месторождения. Песчаники лежат на коре выветривания пироксенитов и диабазов, имеют площадь около 0,12 км² и мощность около 3 м. представлена железисто-кварцевыми песчаниками, которые отмечаются в виде пятна с извилистыми очертаниями в плане в ЮЗ углу площади участка месторождения. Песчаники лежат на коре выветривания пироксенитов и диабазов, имеют площадь около 0,12 км² и мощность около 3 м.

2.5 Верхнеплиоцен-древнечетвертичные отложения (N23-Q1)

Верхнеплиоцен-древнечетвертичные отложения занимают больше половины площади участка месторождения. Они представлены в основном красно-бурыми глинами с многочисленными пятнами ожелезнения и омарганцевания. Для глин также характерна загипсованность в виде гнезд и небольших линз крупно- и среднекристаллических агрегатов гипса. В низах разреза глин встречаются обломки плотных пород фундамента, включения глин коры выветривания и обломки кремнистых известняков.

Мощность глин колеблется от 4 до 40 м. В общем мощность глин увеличивается к северу и югу от центра площади участка месторождения, а уменьшается к местам выходов коры выветривания пород на поверхность.

2.6 Четвертичные отложения (Q)

Четвертичные отложения имеют повсеместное распространение на площади участка месторождения. они представлены суглинками серого и красно-бурого цвета. На площадях выходов коры выветривания пород на поверхность мощность суглинков не превышает 0,5 м, а на площадях развития глин суглинков имеют в основном покровный характер. Мощность суглинков здесь колеблется от 4 до 10 м.

2.7 Тектоника

В структурном отношении месторождение Бугетколь приурочено к западному крылу и осевой части Карашатауской антиклинали. Антиклиналь имеет ассимитричное строение и осложнена мелкими складками второго и

третьего порядка. С запада крыло Карашатауской антиклинали срезано крупной интрузией гранитоидов среднепалеозойского возраста, в центральной части - осложнено двумя разломами субмеридионального направления, в северной части - прорвано интрузией месторождения Бугетколь ультраосновных пород, измененных до серпентинитов. ультраосновной массив месторождения Бугетколь является межпластовой интрузией с крутым падением контактов на запад и северо-запад. Интрузия внедрялась по разлому, о чем свидетельствует вытянутая в направлении разлома форма тела серпентинитов. В пределах площади участка месторождения расположено северное окончание грабенообразного понижения, выполненное отложениями раннекаменноугольного возраста. Простираение пород северо-восточное по азимуту 30-50°, а падение западное и северо-западное под углами 50-80°.

Непосредственно на месторождении слабо развиты тектонические нарушения (трещины), которые фиксируются понижениями в рельефе и связанными с ними водотоками.

2.8 Характер оруденения, условия залегания и морфология рудных тел

Рудой на месторождении являются литологические разности никеленосной коры выветривания по серпентинитам.

Рудные тела на разрезах и планах оконтуривались только по данным химанализов проб. В 1964 году при подсчете запасов силикатных никель-кобальтовых руд на месторождении выделялись два горизонта руд - верхний и нижний. В верхнем горизонте руд выделялись три участка залежи: Северная, Южная и Восточная, в нижнем две – Северная и Южная.

По своим размерам основными залежами (рудными телами) на месторождении являются Северная и Южная залежи. Залежи представлены плащеобразными формами с редкими безрудными окнами и извилистыми очертаниями в плане. В разрезах рудные тела имеют плавные извилистые очертания подошвы и кровли и иногда раздувы и пережимы.

2.9 Генезис и тип месторождения

Месторождение Бугетколь приурочено к коре выветривания по дунитовым серпентинитам. Источником никеля и кобальта служили ультраосновные породы. При выветривании никель и кобальт переходили в раствор в виде бикарбоната, который, мигрируя в нижние горизонты коры выветривания в щелочной среде, гидролизировался и превращался в коллоидные соединения совместно с кремнеземом.

Большое значение имели адсорбционные явления. Нонтрониты, к которым в основном приурочено повышенное содержание никеля, являются одним из лучших адсорбентов. Нонтрониты служили как бы горизонтальным барьером, препятствующим рассеянию никеля и кобальта. Последние присутствуют в нонтронитах в дисперсно-рассеянном состоянии или же входят в состав кристаллической решетки. При горизонтальной миграции

никеленосных и кобальтоносных растворов наиболее благоприятные условия создавались для концентрации их в зонах контактов серпентинитов с вмещающими породами и в зонах повышенной трещиноватости.

Рудные тела месторождения Бугетколь, относятся к площадному типу [6].

3 РАЗВЕДАННОСТЬ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В 1947 году на площади листа М-41-ХІІІ, куда входит район месторождения Бугетколь, проведена геологическая съемка масштаба 1:200000 (Е.П. Бойцов, Н.К. Овечкин). В 1958 г. Берчогурской геофизической экспедицией на площади листа М-41-50 проводилась аэромагнитная съемка масштаба 1:25000, в результате которой была составлена карта аэромагнитных аномалий северо-восточного направления, одна из которых приурочена к ультраосновным породам.

При проверке аномалии, приуроченной к ультраосновным породам, в период проведения поисково-съёмочных работ масштаба 1:50000 (Э.П. Суманеев, З.А. Ватажский и другие) Актюбинской комплексной геологоразведочной экспедицией в 1959 году в коре выветривания выявлено месторождение никель-кобальтовых руд Бугетколь.

В 1961-1963 гг. Актюбинской комплексной геологоразведочной экспедицией проведены разведочные работы на месторождении в два периода: поисково-разведочный и разведочный. В период поисковой разведки скважины бурились по сети 400x200 м, реже 200x200 м, в период детальной разведки для категории запасов С₁ была принята сеть 100x100 м, а для категории запасов В-50x50 м.

3.1 Буровые работы

Разведочное бурение проводилось станками КА-2М-300 и ЗИФ-300. Всего на месторождении пробурено 469 разведочных скважин общим объемом 18728 п.м. Средняя глубина скважин – 46 м, а максимальная – 82 м.

Разведка месторождения осуществлялась скважинами по сети 50x50 м для получения запасов категории В и 100x100 – для С₁. Для решения вопроса об оптимальной плотности разведочной сети произведен детальный анализ результатов разряжения ее от размера ячейки 50x50 м и 100x100 м.

Качественные показатели буровых работ на месторождении Бугетколь приведены в таблице 3.1.1.

Таблица 3.1.1 - Объемы выполненных буровых работ

| Виды скважин | Кол-во скважин | Объем бурения п.м. | Кол-во рудных скважин | Пробурено по рудной зоне, п.м. | % выхода керна | |
|------------------------------|----------------|--------------------|-----------------------|--------------------------------|----------------|-------------|
| | | | | | Общий | По руде |
| 1961-1963 гг. | | | | | | |
| Разведочные | 405 | 18728 | 225 | 10350 | 96 | 100 |
| Поисково-разведочные | 64 | 2956,8 | 16 | 736 | 87 | 100 |
| Итого: | 469 | 21684,8 | 241 | 11086 | | |
| 2007 год | | | | | | |
| Разведочные | 45 | 1372,9 | 40 | 570 | 96 | 95,4 |
| Инженерно-гидрогеологические | 2 | 93 | 2 | 27 | 96 | 95,4 |
| Итого: | 47 | 1465,9 | 42 | 597 | 96 | 95,4 |
| Всего | 516 | 23150,7 | 283 | 11683 | | |

Стопроцентный выход керна по рудной зоне и никеленосной коре выветривания серпентинитов был обеспечен бурением «всухую». Только по поисково-разведочным скважинам (станки СБУ-ЗИВ-150) и по кавернозным силицифицированным серпентинитам (ст. ЗИФ-300) выход керна составлял 84-90 %.

При бурении разведочных скважин, которое производилось с обсадкой, применялись следующие диаметры бурения и колонковых труб: 146 мм (обсадные трубы на 132 мм); 127 мм (обсадные трубы на 108 мм) и 89 мм.

Диаметр бурения 73 мм применялся как аварийный. Начальный диаметр бурения был обычно 146 мм, который обеспечивал прохождение мелких «валунов» силицифицированных серпентинитов в колонковую трубу, не затрагивая их истиранием. Смена диаметра бурения производилась лишь в случае возникновения осложнений в скважине, которые обычно возникали при прохождении зон кремнистых образований.

В процессе проведения разведочных работ на месторождении некоторые скважины проходки 1960 г. (ст. СБУ-ЗИВ-150) бисировались в виду того, что большинство из них не вскрыли всю толщу никеленосной коры или реже из-за никого процента выхода керна. К таким относятся скважины №№ 303, 279, 278, 259, 261, 262, 357, 359, 358, 242, 241, 203 и 128.

В результате проведения поисково-разведочного бурения было выяснено, что никеленосная кора выветривания на месторождении имеет в общем площадное распространение с линейно-вытянутыми зонами карманообразных углублений в коре, приуроченных к зонам трещиноватости, к контактам даек диоритов и вмещающих пород.

Контуры рудных тел выделяются в никеленосной коре выветривания только по результатам химических анализов, т.е. макроскопически выделение рудных тел невозможно.

Выбор плотности разведочной сети производился с учетом типа коры выветривания по серпентинитам, распределения полезных компонентов (никеля и кобальта) в коре и данных о морфологии рудных тел категории С₂.

Согласно инструкции по применению Классификации запасов к месторождениям никелевых руд месторождение Бугетколь относится ко второй группе – сюда относятся месторождения (участки) сложного геологического строения с неравномерным распределением оруденения. Для разведки месторождения Бугетколь была принята следующая сеть: для категории С₁ – 100х100 м, а для категории В – 50х50 м.

Отклонение от принятых правильных размеров разведочной сети обусловилось следующим:

Расположение скважин при поисковом и поисково-разведочном бурении не образовало правильной сети (вынос точек заложения скважин производился с полуинструментальной привязкой их) и дальнейшее сгущение сети при разведке сохранило эту неправильность. Кроме того, иногда производилось уменьшение расстояний между скважинами в профиле в контактовых частях серпентинитов с вмещающими породами.

Помимо разведочных скважин на месторождении пройден профиль структурных скважин (линия XVI). Расстояние между скважинами 25 м. Основная цель бурения структурного профиля – изучение морфологии коры выветривания по серпентинитам, распределение никеля и кобальта в коре и изменение контуров рудных тел при сгущении расстояния между скважинами в профиле.

В результате бурения структурного профиля выяснилось, что никеленосная кора выветривания значительно изменяется по составу при сгущении расстояний между скважинами в профиле, выделяются карманообразные углубления коры выветривания, приуроченные к зонам трещиноватости и к контактам серпентинитов с диоритами, что повышенные содержания никеля и кобальта приурочены в основном к нонтронитизированным равновесиям коры и реже к охристым и охисто-кремнистым образованиям.

В 2007 году пробурено 47 разведочных и 2 инженерно-геологические скважины общим объемом 1465,9 п.м. Из разведочных скважин, помимо отбора керновых проб на лабораторные исследования, отобран материала для составления технологических проб. Сведения о технологических пробах в главе 8 отчета.

Помимо этого, перед буровыми работами 2007 года стояла задача контроля качества ранее проведенных работ.

Сравнение данных опробования прошлых лет и 2007 года приведено в таблице 3.1.2 Результаты сравнения показывают высокую сходимость результатов бурения 1961-1963 гг. и 2007 года.

Бурение скважин сопровождалось геологической документацией керна в полевых журналах с последующей отстройкой геологических колонок.

Таблица 3.1.2 - Сравнения данных опробования разведочных скважин 1960- 1963 гг. с контрольными скважинами 2007 года.

| №.№ п/п | № скв | | мощность | | среднее содержание | | Расхождение + - |
|----------------|-----------|------|---------------|--------------|--------------------|-------------|--------------------|
| | 1960-1963 | 2007 | 1960-1963 | 2007 | 1960-1963 | 2007 | |
| 1 | 1440 | P032 | 35,9 | 37,2 | 1,15 | 1,13 | 0,02 |
| 2 | 1154 | P033 | 4,15 | 3,7 | 0,32 | 0,30 | 0,02 |
| 3 | 1019 | P034 | 3,6 | 4 | 1,17 | 1,41 | -0,24 |
| 4 | 260 | P035 | 20 | 20,9 | 1,17 | 1,19 | -0,02 |
| 5 | 1032 | P036 | 27,6 | 29 | 0,58 | 0,58 | 0,00 |
| 6 | 1370 | P038 | 7,2 | 6,7 | 1,15 | 1,12 | 0,03 |
| 7 | 1072 | P038 | 20 | 18,5 | 1,00 | 1,03 | -0,03 |
| сумма | | | 118,45 | 120 | 6,54 | 6,76 | |
| среднее | | | 16,92 | 17,14 | 0,93 | 0,97 | -0,03 |

3.2 Горные работы

В 1961-1963 годах на месторождении пройдено 26 шурфов и 8 дудок, которые проходились с целью контроля опробования скважин, отбора валовых

проб для лабораторных технологических испытаний и проб для определения влажности и объемного веса. Результаты сопоставления данных опробования по скважинам и горным выработкам удовлетворительные (данные приведены ниже в главе «Опробование»). Общий объем шурфов – 514,3 п.м. (средняя глубина – 19,8 м) и дудок 95,8 п.м. (средняя глубина 12 м).

Перечень горных выработок, их глубины, соответствующие разведочные скважины и вскрытые выработками рудные интервалы приведены в таблице 3.2.1.

Таблица 3.2.1 - Перечень горных выработок, их глубины, соответствующие разведочные скважины и вскрытые выработками рудные интервалы

| № № п/п | №№ разрезо в | №№ горных выра- боток | Глубина горных выра- боток | №№ разведо ч-ных скважи н | Рудный интервал по горным выработкам, м | | Рудный интервал по скважинам, м | |
|---------------|--------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|------|------------------------------------|-------------|
| | | | | | от | до | от | до |
| 1. | XI | Д-1 | 18,0 | 260 | 8,0 | 18,0 | 8,0 | 22,0 |
| 2. | XIII | Д-3 | 17,0 | 352 | 3,0 | 6,0 | 3,2 | 6,2 |
| 3. | XIII | Д-4 | 11,4 | 353 ^{бис} | 2,2 | 6,5 | 2,0 | 7,0 |
| 4. | XIII | Д-5 | 13,0 | 354 | 8,0 | 13,0 | 10,4 | 14,5 |
| 5. | XIII | Д-6 | 4,6 | 358 ^{бис} | - | - | 9,5 | 11,5 |
| 6. | XI | Д-7 | 16,0 | 1031 | 3,1 | 6,3 | 3,1 | 6,3 |
| 7. | XI | Д-8 | 9,8 | 262 ^{бис} | - | - | 17,7 | 20,8 |
| 8. | VII | Д-9 | 6,0 | 303 ^{бис} | - | - | 8,0 | 15,0 |
| 9. | XII | Ш-1 | 22,6 | 1047 | 15,2 | 22,6 | 14,2 | 22,6 |
| 10. | IX | Ш-2 | 28,0 | 1021 | 5,5 | 15,9 | 5,5 | 16,9 |
| 11. | XIII | Ш-3 | 21,0 | 358 ^{бис} | 9,5 | 21,0 | 9,5 (14,5) | 11,5 (19,0) |
| 12. | IX | Ш-4 | 25,0 | 1025 ^{бис} | 2,0 | 4,0 | 2,3 | 4,3 |
| 13. | VII | Ш-5 | 25,0 | 1017 | 14,8 | 17,8 | 13,5 | 17,8 |
| 14. | VII | Ш-6 | 23,0 | 303 ^{бис} | 7,0 | 15,2 | 8,0 | 15,0 |
| 15. | III | Ш-7 | 18,0 | 319 | - | - | - | - |
| 16. | XII | Ш-8 | 25,0 | 1037 | 10,5 | 25,0 | 10,5 | 24,0 |
| 17. | XV | Ш-9 | 20,0 | 1071 | 10,0 | 20,0 | 10,0 | 20,0 |
| 18. | XV | Ш-10 | 8,2 | 1071 | - | - | - | - |
| 19. | XVI | Ш-11 | 24,0 | 1176 | - | - | - | - |
| 20. | XVIII | Ш-12 | 22,0 | 1192 | 3,5 | 6,5 | 2,5 | 4,5 |
| 21. | XX | Ш-13 | 13,0 | 1201 | - | - | - | - |
| 22. | XVI | Ш-14 | 23,0 | 1076 | - | - | - | - |
| 23. | XIV | Ш-15 | 11,0 | 1060 | - | - | 22,1 | 23,1 |
| 24. | X | Ш-16 | 17,0 | 1168 | - | - | - | - |
| 25. | VI | Ш-17 | 18,0 | 1150 | - | - | 20,0 | 22,0 |
| 26. | XI | Ш-18 | 25,0 | 1033 | 14,6 | 25,0 | 15,6 | 25,1 |
| 27. | X | Ш-19 | 9,5 | 1175 | - | - | - | - |
| 28. | X | Ш-20 | 20,0 | 1173 | 3,7 | 7,7 | 1,7 | 9,7 |
| 29. | VII | Ш-21 | 11,0 | 301 | - | - | - | - |
| 30. | VIII | Ш-22 | 20,0 | 1155 | - | - | - | - |
| 31. | XXI | Ш-23 | 23,0 | 1305 | - | - | - | - |
| 32. | XV | Ш-24 | 20,0 | 242 ^{бис} | 11,3 | 20,0 | 12,5 | 20,6 |
| 33. | XV | Ш-25 | 25,0 | 235 | - | - | - | - |
| 34. | XVII | Ш-26 | 17,0 | 1085 | - | - | 3,0 | 6,0 |

Как следует из таблицы рудные интервалы по горным выработкам и скважинам, как правило совпадают.

Геологическая документация выработок осуществлялась в процессе развития горных работ.

3.3 Геофизические работы

Магнитная съемка на месторождении проводилась по сети 100*20 м с целью уточнения геологического строения месторождения на основании магнитных данных. В результате была построена карта изодинам ΔZ магнитного поля на плане масштаба 1:2000 для сравнения с данными разведочного бурения.

Данные магнитной съемки четко совпадают с полученными бурением геологическими данными по строению фундамента. По характеру магнитного поля отчетливо выделяются три зоны.

Зона диоритов отмечается характерным «размытым», пониженным значением магнитной активности (от +100 гамм до -300 гамм) в юго-восточной части месторождения. Кроме того, отмечается ряд мелких зон отрицательной магнитной активности. На некоторых таких зонах пробурены разведочные скважины, а часть из них располагается между скважинами. Диориты здесь не вскрыты, но почти везде около этих зон отмечаются карманообразные углубления в коре со значительным развитием кремнистых образований, что свидетельствует о наличии интенсивной трещиноватости, т.е. имеется вероятность нахождения здесь дайковых тел диоритов. Подобные карманообразные углубления в коре с развитием кремнистых образований наблюдается около вскрытых дайковых тел диоритов.

Вторая и третья зоны характеризуются серией сближенных локальных аномалий со значениями от 300-2000 гамм чередующихся с редкими локальными отрицательными аномалиями. Указанные зоны в общих чертах совпадают с контурами выделенных рудных тел и в целом никель-кобальтового оруденения в коре выветривания (графическое приложение 4). При этом, наиболее интенсивные аномалии, вероятнее всего, соответствуют подводным каналам массива дунитов. А некоторые различия характера и незначительная разорванность магнитных аномалий в пространстве между второй и третьей зонами объясняются их принадлежностью к различным структурным уровням месторождения и возможным наличием под покровом дунитовых серпентинитов диоритов, являющихся продолжением зоны диоритов. Кроме того, северо-восточная зона находится в структуре вздымания и имеет меньший объем возмущающей массы, а юго-западная - в структуре просадки с меньшей величиной эрозионного среза.

Геофизические исследования в скважинном варианте выполнены только в структурной скважине № 1 (методы ГК, КС, ПС).

Гамма-каротаж показывает, что активность серпентинитов является постоянной и не превышает в общем 5 гамм, за исключением верхней части разреза, сложенной охрами мощностью до 10 м, где фиксируется активность до 9 гамм. Пониженные сопротивления (график КС) приурочены в большей части к зонам оталькованных серпентинитов. Характер графика ПС в общем рассеянный, за исключением верхней части (от 50 до 90 м), где имеются переходы от плюсовых к минусовым значениям потенциала, что связано с обводненной трещиноватой зоной.

3.4 Опробование

Рудой на месторождении являются литологические разности никеленосной коры выветривания, т.е. охры, охристо-кремнистые образования, обохренные нонтронитизированные, нонтронитизированные и слабо нонтронитизированные серпентиниты. Контуры рудных тел определяются только на основании химических анализов проб, поэтому вся толща никеленосной коры выветривания, вскрытая разведочными скважинами и горными выработками, опробовалась. Кроме того, опробовались и вмещающие глинистую кору выветривания породы, т.е. низы покровных отложений, когда в них отмечалась механическая примесь никеленосной коры (переотложенная кора) и выщелоченные разрушенные серпентиниты. В тех и других отмечаются повышенные содержания никеля: в первых за счет примесей никеленосной коры, а во-вторых, за счет никелевых силикатов.

Опробование производилось, как правило, метровыми интервалами по керну скважин или бороздой (100х5х3 м) в горных выработках. интервал уменьшался до 0,5 м, в случае литологического изменения пород.

При опробовании скважин весь керн поступал в пробу, за исключением отбираемых по литологическим разностям отдельных образцов. По структурному профилю (XVI) в пробу отбиралась половина керна (по длинной оси).

Необходимо отметить, что глинистая кора выветривания по серпентинитам после высыхания превращается в землистую пылевидную массу, что затрудняет ее хранение в виде керна.

Всего с 1960 по 1963 гг. при бурении отобрано 14650 проб, в 2007 году 1254 пробы.

Иногда имелись отклонения от этого размера. Интервалы бороздового опробования большей частью совпадали с интервалами опробования контролируемых разведочных скважин для сравнения результатов опробования.

Дудки опробовались двумя вертикальными бороздами диаметрально противоположным стенкам дудок. Соответствующие интервалы (материал) противоположных борозд объединялись в одну пробу. Шурфы опробовались также вертикальными бороздами по 2-м длинным стенкам с объединением

материала соответствующих интервалов в одну пробу. Некоторые шурфы опробовались по 2 или 4 стенкам без объединения материала соответствующих интервалов стенок в одну пробу с целью выяснения распределения никеля и кобальта по стенкам. Обычно в таких шурфах часто менялась литология никеленосной коры в разрезе. Для сравнения результатов опробования таких горных выработок и соответствующих скважин брались средние значения химанализов проб, отобранных по сопоставимым интервалам стенок шурфов.

Всего по горным выработкам отобрано 911 проб.

Валовые пробы были отобраны из трех шурфов: Ш-18 (С-1033), Ш-24 (С-242^{бис}) и Ш-20 (С-1173). Основное назначение отбора валовых проб был контроль бороздового опробования, определение объема кремнистых образований («валунов») в рудных зонах для сравнения с линейным пересечением их по скважинам и определение содержания никеля и кобальта в кремнистых образованиях (интервалы монолитных кремнистых образований по скважинам обычно являются безрудными и редко забалансовыми).

С целью определения шлакообразующих и вредных компонентов в рудах месторождения отбирались групповые пробы. Последние составлялись из навесок дубликатов химических проб пропорционально длинам рядовых проб. Вес групповой пробы 50г. Всего было отобрано 99 проб, которые анализировались в Среднеуральской химлаборатории на Fe₂O₃, SiO₂, CaO и MgO.

В таблице 3.4.1 приведено сравнение результатов опробования 17 скважин и 17 горных выработок. Анализ данных показывает, что расхождения по мощности и среднему содержанию никеля практически отсутствуют и составляют в среднем по мощности - 0 %, среднему содержанию никеля – 0,6 % и метропроценту – 2,7 %.

Таблица 3.4.1 - Сопоставление средних содержаний Ni по скважинам и горным выработкам

| № п/п | № скв | № выр-бот. | Мощн по скв, м | Мощн. по выр-бот, м | Расхождение в м | Содерж по скв % Ni | Содерж по выр % Ni | Расхождение абсол | М*% по скв | М*% по выр-бот | Расхождение, М% |
|-------|---------|------------|----------------|---------------------|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|------------|----------------|-----------------|
| 1 | 260 | Д-1 | 10,0 | 10,0 | 0,0 | 1,53 | 1,55 | 0,02 | 15,30 | 15,50 | 0,20 |
| 2 | 352 | Д-3 | 3,0 | 3,0 | 0,0 | 0,73 | 0,66 | -0,07 | 2,19 | 1,98 | -0,21 |
| 3 | 353бис | Д-4 | 5,0 | 4,3 | -0,7 | 1,00 | 0,98 | -0,02 | 5,00 | 4,21 | -0,79 |
| 4 | 354 | Д-5 | 4,1 | 5,0 | 0,9 | 0,89 | 0,88 | -0,01 | 3,65 | 4,40 | 0,75 |
| 5 | 1031 | Д-7 | 3,2 | 3,2 | 0,0 | 0,67 | 0,59 | -0,08 | 2,14 | 1,89 | -0,26 |
| 6 | 1047 | Ш-1 | 8,4 | 7,4 | -1,0 | 0,88 | 0,85 | -0,03 | 7,39 | 6,29 | -1,10 |
| 7 | 1021 | Ш-2 | 11,4 | 10,4 | -1,0 | 0,99 | 1,04 | 0,05 | 11,29 | 10,82 | -0,47 |
| 8 | 358бис | Ш-3 | 6,5 | 11,5 | 5,0 | 0,75 | 0,95 | 0,20 | 4,88 | 10,93 | 6,05 |
| 9 | 1025бис | Ш-4 | 2,0 | 2,0 | 0,0 | 1,10 | 0,80 | -0,30 | 2,20 | 1,60 | -0,60 |
| 10 | 1017 | Ш-5 | 4,3 | 3,0 | -1,3 | 0,62 | 0,84 | 0,22 | 2,67 | 2,52 | -0,15 |
| 11 | 303бис | Ш-6 | 7,0 | 8,2 | 1,2 | 0,89 | 0,86 | -0,03 | 6,23 | 7,05 | 0,82 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--------|------|----------------|--------------|------------|--------------|--------------|-------------|---------------|---------------|-------------|
| 12 | 1037 | Ш-8 | 13,5 | 14,5 | 1,0 | 1,10 | 0,89 | -0,21 | 14,85 | 12,91 | -1,95 |
| 13 | 1071 | Ш-9 | 10,0 | 10,0 | 0,0 | 1,01 | 0,93 | -0,08 | 10,10 | 9,30 | -0,80 |
| 14 | 1192 | Ш-12 | 2,0 | 3,0 | 1,0 | 0,82 | 0,83 | 0,01 | 1,64 | 2,49 | 0,85 |
| 15 | 1033 | Ш-18 | 9,5 | 10,4 | 0,9 | 0,58 | 0,68 | 0,10 | 5,51 | 7,07 | 1,56 |
| 16 | 1173 | Ш-20 | 8,0 | 4,0 | -4,0 | 0,95 | 1,02 | 0,07 | 7,60 | 4,08 | -3,52 |
| 17 | 242бис | Ш-24 | 8,1 | 8,7 | 0,6 | 0,58 | 0,83 | 0,25 | 4,70 | 7,22 | 2,52 |
| Итого | | | 116 | 118,6 | 2,6 | 15,09 | 15,18 | 0,09 | 107,33 | 110,25 | 2,92 |
| Среднее | | | 6,82353 | 7,0 | 0,2 | 0,9 | 0,9 | 0,0 | 6,3 | 6,5 | 0,2 |
| Расхождение в % | | | | | 2,2 | | | 0,6 | | | 2,7 |

3.4.1 Результаты валового опробования

Валовые пробы были отобраны из трех шурфов: Ш-18 (С-1033), Ш-24 (с-242^{бис}) и Ш-20 (С-1173). Основное назначение отбора валовых проб был контроль бороздового опробования, определение объема кремнистых образований («валунов») в рудных зонах для сравнения с линейным пересечением их по скважинам и определение содержания никеля и кобальта в кремнистых образованиях (интервалы монолитных кремнистых образований по скважинам обычно являются безрудными и редко забалансовыми). Сравнение интервалов отбора валовых проб с интервалами бороздового и кернового опробования представлено в таблице 3.4.1.1.

Таблица 3.4.1.1 - Сравнение интервалов отбора валовых проб с интервалами бороздового и кернового опробования

| №№ горных выработок и скважин | Интервал валового опробования, м | | Мощность, м | Интервал бороздового опробования, м | | Мощность, м | Интервал кернового опробования, м | | Мощность, м |
|-------------------------------|----------------------------------|------|-------------|-------------------------------------|------|-------------|-----------------------------------|------|-------------|
| | от | до | | от | до | | от | до | |
| Ш-18 (С-1033) | 15,0 | 25,0 | 10,0 | 14,6 | 25,0 | 10,4 | 14,6 | 25,1 | 10,5 |
| Ш-24 (С-242 ^{бис}) | 7,0 | 20,0 | 13,0 | 7,0 | 19,6 | 12,6 | 7,0 | 19,6 | 12,6 |
| Ш-20 (С-1173) | 2,0 | 14,0 | 12,0 | 1,7 | 14,3 | 12,6 | 1,7 | 14,3 | 12,6 |

Валовые пробы отбирались и обрабатывались следующим образом. В начале по шурфам были выделены интервалы рудных зон по результатам химанализов проб (учитывая рудные зоны по скважинам), исходя из временных кондиций. Затем рудные отвалы пометровой проходки шурфов просеивались через сито 10x10 см. В результате просеивания отделились кремнистые образования с размером кусков более 10 см от глинистой рудной части. После произвели замер объема «валунов» (кремнистых образований) по каждому шурфу. Таким образом, в каждом шурфе получилось два отвала, т.е. кремнистые образования и глинистая рудная часть с кремнистыми образованиями с размером кусков менее 10 см. Эти два отвала в каждом шурфе

были отработаны, используя формулу $Q = kd^2$ (при $k = 0,25$) до размеров кусков 25 мм и из них были составлены две пробы. Полученные пробы обрабатывались по составленным схемам, учитывая начальный вес проб размеров кусков ($K = 0,25$). Результаты обработки валовых проб представлены в таблице 3.4.1.2.

Таблица 3.4.1.2 - Результаты обработки валовых проб

| №№ п/п | №№ шурфов | №№ проб | Вес проб, кг | Наименование пород | Объем «валунов» | Результаты анализов | |
|--------|-----------|---------|--------------|---|-----------------|---------------------|---------|
| | | | | | | Никель | Кобальт |
| 1. | Ш-24 | 1 | 200 | Глинистые образования по серпентинитам (руда) | 1,66 | 0,82 | 0,134 |
| | | 2 | 176 | «Валуны» (кремнистые образования) | | 0,19 | 0,042 |
| 2. | Ш-20 | 3 | 196 | Глинистые образования по серпентинитам (руда) | 8,0 | 0,86 | 0,012 |
| | | 4 | 250 | «Валун» | | 0,24 | 0,070 |
| 3. | Ш-18 | 5 | 225 | Глинистые образования по серпентинитам (руда) | 1,2 | 0,04 | 0,188 |
| | | 6 | 178 | «Валуны» | | 0,16 | 0,026 |

Из таблиц видно, что кремнистые образования («валуны») в интервалах отбора проб являются безрудными.

Таблица 3.4.1.3 - Сопоставление объема «Валунов» в шурфах и линейного их пересечения в соответствующих скважинах

| №№ п/п | №№ скважин | №№ горных выработок | % линейного пересечения «валунов» | % объема «валунов» | Расхождения ± |
|--------|--------------------|---------------------|-----------------------------------|--------------------|---------------|
| 1. | 242 ^{бис} | 24 | 13,5 | 4,66 | +11,84 |
| 2. | 1173 | 20 | 15,9 | 8,0 | +7,9 |
| 3. | 1038 | 18 | 21 | 1,2 | +19,8 |

Таким образом, в линейном пересечении «валунов» во всех случаях больше, чем их находится в объеме.

Таблица 3.4.1.4 - Сопоставление средних содержаний никеля и кобальта в шурфах при бороздовом и валовом опробовании

| №№ горных выработок | Интервал бороздового и валового опробования | | Бороздовое опробование | | Валовое опробование | | Расхождения ± | |
|---------------------|---|----------------|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|---------------|---------|
| | от | до | содержание никеля, % | содержание кобальта, % | содержание никеля, % | содержание кобальта, % | Никель | Кобальт |
| Ш-18 | 14,6 (15,0) | 25,0 | 0,68 | 0,178 | 0,63 | 0,189 | +0,05 | -0,011 |
| Ш-24 | 7,0 | 19,6 (20,0) | 0,83 | 0,123 | 0,81 | 0,132 | +0,02 | -0,009 |
| Ш-20 | 1,7 (2,0) | 14,3 (14,0) | 0,72 | 0,17 | 0,81 | 0,012 | -0,09 | +0,005 |

Таблица 3.4.1.5 - Сравнение средних содержаний никеля и кобальта по трем шурфам при бороздовом и валовом опробовании

| №№ горных выработок | Бороздовое опробование | | Валовое опробование | | Расхождения ± | |
|---------------------|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|---------------|---------|
| | содержание никеля, % | содержание кобальта, % | содержание никеля, % | содержание кобальта, % | Никель | Кобальт |
| Ш-18, 24 и 20 | 0,75 | 0,101 | 0,75 | 0,111 | 0 | -0,010 |

Абсолютная погрешность расхождения в средних содержаниях кобальта по трем шурфам при бороздовом и валовом опробовании составляет - $\frac{-0,010}{0,101} \cdot 100 = -9,9\%$, а по никелю 0.

Таким образом, сравнение данных бороздового и валового опробования дает вполне удовлетворительные результаты. При этом отмечается повышенное содержание кобальта в шурфах 18 и 24 при валовом опробовании за счет значительного количества кобальт-меланов в пробах. Примерно такое же расхождение имеет место в бороздовом и керновом опробовании для тех же шурфов (см. выше сравнение средних содержаний никеля и кобальта по скважинам и шурфам и сравнение содержаний полезных компонентов в пределах рудных зон). Все это говорит о том, что для шурфов 18 и 24 имеет место неравномерное распределение прожилков кобальт-меланов по площади, а отсюда такие результаты кернового, бороздового и валового опробования.

По работам 2007 года на внешний и внутренний геологический контроль отобрано 105 проб по классам содержаний по Ni: 0,2-0,49%, 0,5-0,99% и < 1%, по 35 проб по каждому классу. Кроме того, отобрано 14 групповых проб из скважин №№P04, P05, P06, P07, P015, P022, P025, P032, P037.

3.5 Обработка проб

Начальный вес керновых проб имеет прямую зависимость от диаметра керна, объемного веса пород и определялся по следующей формуле:

$$Q = \frac{kgl \rho d^2}{4}, \text{ где}$$

Q - начальный вес керновой пробы в г.

k – коэффициент выхода керна (1).

g – объемный вес сухой руды (1,18).

l – длина опробуемого интервала в см.

d – диаметр колонковой трубы в см (внутренний).

Расчетные веса проб для различных внутренних диаметров колонковых труб, применяемых при разведке месторождения, составляют: 4; 6,2; 13,0; 17,8 кг соответственно для диаметров 65, 81, 118 и 137 мм.

Расчетный начальный вес бороздовой пробы 2 кг, а объединенной пробы 4-8 кг. Фактические веса проб колеблются от 1,5 до 8 кг.

Фактические начальные веса керновых проб в период разведки Бугеткольского месторождения колебались в пределах от 1,3 до 25 кг. Эти отклонения от расчетных начальных весов вызваны различной длиной интервалов проб, степенью очистки керна, а также разницей между принятым расчетным и фактическим объемным весом, который для некоторых литологических разностей коры выветривания по серпентинитам был значительно выше (выщелоченные разрушенные серпентиниты, силицифицированные серпентиниты). Конечные веса проб колеблются в пределах от 60 до 120 грамм.

Обработка проб производилась механическим способом в специальном дробильном цехе Кимперсайской экспедиции и частично в дробильном цехе Буруктальской экспедиции, а в 2007 г. ТОО «Севказгра Плюс» (г. Костанай). В настоящем разделе приведена принципиальная схема обработки усредненной пробы весом 8 кг по месторождению Бугетколь.

Схема обработки проб (рисунок 3.5.1) составлена по формуле Ричардса-Чечетта $Q = kd^2$, где

Q - минимальный надежный вес пробы в кг.

d – диаметр максимальных кусков в пробе в мм.

k – коэффициент распределения полезного ископаемого.

Коэффициент K принят равным 0,25 по аналогии со схемой обработки проб Буруктальских месторождений. Надежность обработки проб по прилагаемой схеме подтверждена экспериментальными работами, которые проводились на Буруктальских месторождениях.

**Принципиальная схема обработки проб
 по месторождению Бугетколь**

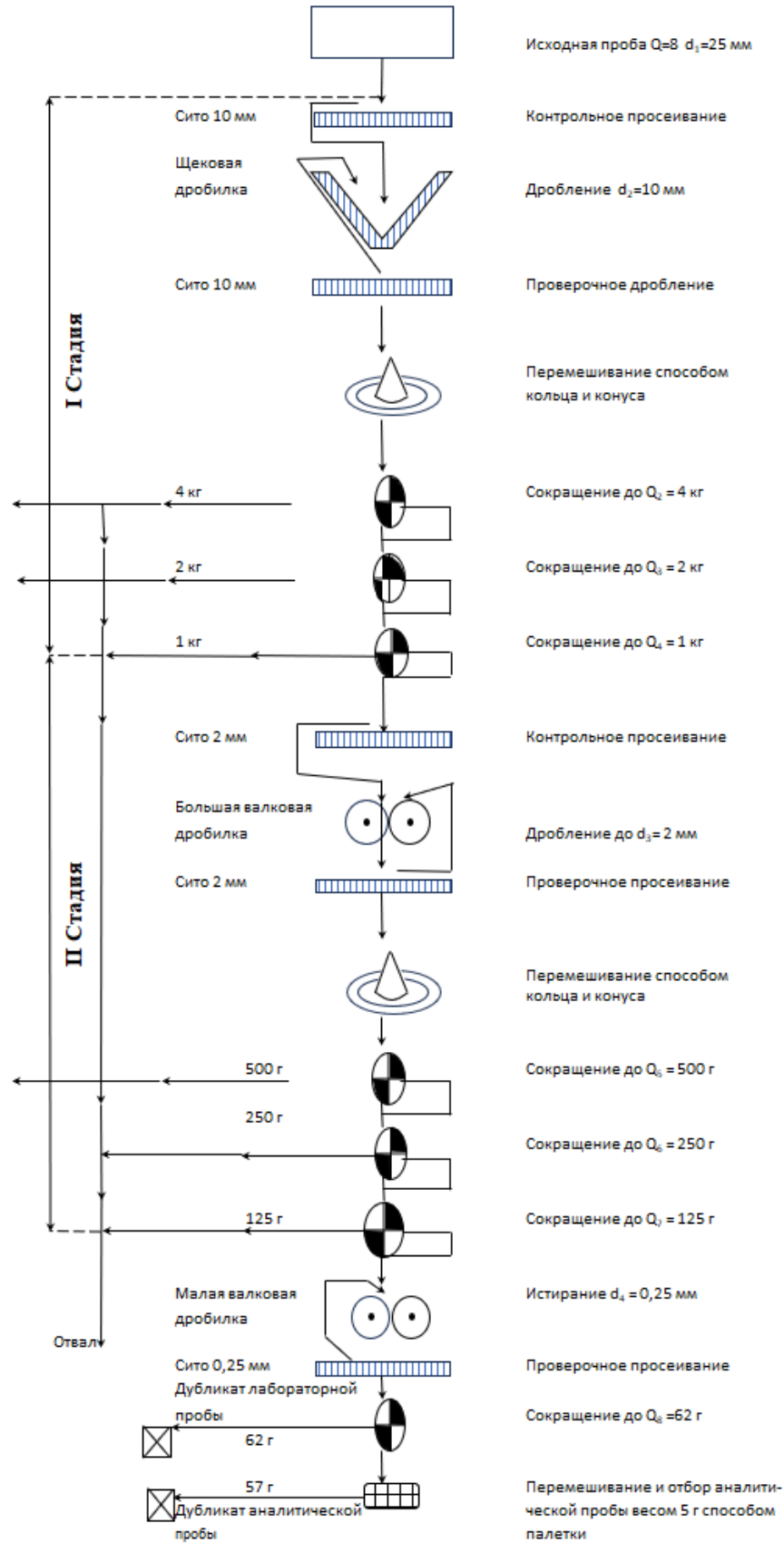


Рисунок 3.5.1 – Схема используемой пробоподготовки

3.6 Химико-аналитические работы

Все отобранные в 1961-1963 гг. рядовые пробы анализировались в химлаборатории Кимперсайской экспедиции на никель, кобальт и железо (на железо анализировались только железистые разности никеленосной коры выветривания).

В 2007 году пробы анализировались в ТОО «Севказгра Плюс».

Всего на месторождении Бугетколь отобрано и проанализировано $14650+1254=15904$ проб на никель и кобальт. Анализы производились методом коллометрического титрования. Кроме того, производился внутренний и внешний контроль работы Кимперсайской лаборатории.

Количество проб внутреннего контроля составило на никель 3,3 % (483 пробы) от общего количества проб (14650), а на кобальт 2,8 % (416 проб).

Таблица 3.6.1 - Сводные результаты внутреннего контроля работы химлаборатории

| Компонент | Содержание компонента в классе, % | Количество проб | Среднее содержание, % | | Арифметическая сумма отклонений | Абсолютная случайная погрешность, % | Относительная случайная погрешность (к основным анализам), % | Допустимые отклонения по инструкции ГКЗ, % |
|-----------|-----------------------------------|-----------------|-----------------------|-------|---------------------------------|-------------------------------------|--|--|
| | | | | | | | | |
| Никель | выше 1 | 40 | 1,2 | 1,22 | 2,41 | 0,06 | 4,92 | 7 |
| | 0,2-1,0 | 342 | 0,47 | 0,48 | 14,04 | 0,041 | 8,34 | 15-7 |
| | до 0,2 | 101 | 0,14 | 0,14 | 2,28 | 0,022 | 15,7 | 15 |
| Кобальт | 0,1-0,5 | 15 | 0,146 | 0,151 | 0,160 | 0,0107 | 7,09 | 20,6 |
| | до 0,1 | 401 | 0,024 | 0,024 | 1,733 | 0,0043 | 17,2 | 30-20 |

Как видно из вышеприведенной таблицы, результаты внутреннего контроля по никелю и кобальту находятся в пределах допустимых случайных погрешностей, за исключением анализов по никелю в классе до 0,2 %, где относительная случайная погрешность немного выше допустимой (15,7 % против 15 % согласно инструкции ГКЗ).

Внешний контроль работы химлаборатории осуществлялся в Среднеуральской химлаборатории (г. Полевской).

Всего было проанализировано 470 проб на никель и кобальт, что составило 3,2 % от общего количества анализов. Обработка результатов внешнего контроля производилась двумя способами: 1) способ определения относительного отклонения к основным анализам с целью сравнения результатов внешнего и внутреннего контроля; 2) способ установления наличия систематических ошибок в работе лаборатории методом вариационной статистики. Сводные результаты обработки внешних контрольных анализов по первому способу представлены в таблице 3.6.2.

Таблица 3.6.2 - Сводные результаты обработки внешних контрольных анализов по первому способу

| Компонент | Содержание компонента в классе, % | Количество проб | Среднее содержание, % | | Арифметическая сумма отклонений | Абсолютное отклонение, % | Относительное отклонение (к основным анализам) | Допустимые отклонения для внешнего контроля, % |
|-----------|-----------------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------|--|--|
| | | | По контрольным анализам | По основным анализам | | | | |
| Никель | выше 1 | 109 | 1,30 | 1,25 | 9,81 | 0,085 | 6,8 | 7 |
| | 0,2-1 | 310 | 0,61 | 0,59 | 7,85 | 0,0253 | 4,29 | 15-7 |
| | до 0,2 | 51 | 0,15 | 0,15 | 1,00 | 0,02 | 13,3 | 15 |
| Кобальт | 0,1-0,5 | 33 | 0,158 | 0,149 | 0,536 | 0,016 | 10,74 | 20-6 |
| | до 0,1 | 431 | 0,034 | 0,031 | 2,529 | 0,0059 | 19,03 | 30-20 |

Из таблицы видно, что относительные отклонения анализов внешнего контроля от основных анализов находятся в пределах допуска для внутреннего контроля.

Для обработки результатов внешнего контроля по второму способу, с целью уменьшения вычислительных работ, в первом классе по никелю (содержание никеля выше 1 %) брался каждый третий анализ от плюсовых, минусовых и нулевых расхождений, а во втором классе (содержание никеля 0,2-1 %) – каждый десятый анализ.

По кобальту все анализы первого класса (содержания 0,1-0,5 %) участвовали в обработке, а во втором классе (содержания до 0,1 брался каждый пятый анализ от плюсовых, минусовых и нулевых расхождений.

Классы составлялись с таким расчетом, чтобы в каждом классе было не менее 30 анализов.

Сравнение характеристик классов обработки результатов внешнего контроля по первому и второму способам приведено в таблице 3.6.3, сводные результаты обработки внешних контрольных анализов представлены в таблице 3.6.4.

Таблица 3.6.3 – Сравнение характеристик классов обработки результатов внешнего контроля по первому и второму способу

| Компонент | Содержание компонента в классе, % | Первый способ обработки | | | | Второй способ обработки | | | |
|-----------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|--|-------------------------|-----------------------|-------------------------|--|
| | | Количество проб | Среднее содержание, % | | Расхождение и относительное отклонение к основным анализам | Количество проб | Среднее содержание, % | | Расхождение и относительное отклонение к основным анализам |
| | | | По основным анализам | По контрольным анализам | | | По основным анализам | По контрольным анализам | |
| Никель | выше 1 | 109 | 1,25 | 1,30 | -0,05 | 36 | 1,30 | 1,35 | -0,05 |
| | 0,2-1 | 310 | 0,59 | 0,61 | -0,02 | 30 | 0,61 | 0,064 | -0,03 |
| | до 0,2 | 51 | 0,15 | 0,15 | 0,0 13,3 | 51 | 0,15 | 0,15 | 0,0 13,3 |
| Кобальт | 0,1—0,5 | 33 | 0,149 | 0,158 | -0,009 10,74 | 33 | 0,149 | 0,158 | -0,009 10,74 |
| | до 0,1 | 431 | 0,031 | 0,034 | -0,003 19,03 | 86 | 0,033 | 0,036 | -0,003 17,6 |

Таблица 3.6.4 - Сводные результаты обработки внешних контрольных анализов

| Ком- по- нен- т | Сод- ер- жан- ие ком- по- нен- те в кла- ссе, % | Количество анализов | | Среднее содержание | | Среднее квадратич- ное отклонение | | Средняя квадратич- ная ошибка | | Коз- ф- фи- ци- ент коре- ляц- ии (r) | Коз- ф- фи- ци- ент веро- ят- ност и (t) | Сред- нее знач- ение сист- ема- тиче- ской оши- бки (f) |
|--------------------------|---|------------------------|------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Конт- роль- ных | Кон- тро- лир- уе- мых | По кон- трол- ь- ным анал- изам | По кон- трол- и- руем- ым анал- изам | По кон- трол- ь- ным анал- изам (bx) | По кон- трол- и- руем- ым анал- изам (by) | Кон- трол- ь- ных анал- изов (mx) | Конт- ро- лиру- е- мых анал- изов (my) | | | |
| Ник- ель | вы- ше 1 | 36 | 36 | 1,35 | 1,30 | 0,34 | 0,32 | 0,06 | 0,05 | 0,95 | 0,46 | 1,04 |
| | 0,2- 1 | 30 | 30 | 0,64 | 0,61 | 0,27 | 0,25 | 0,05 | 0,04 | 0,99 | 0,32 | 1,05 |
| | до 0,2 | 51 | 51 | 0,15 | 0,15 | - | - | - | - | - | - | 1,0 |
| Коб- альт | 0,1- 0,5 | 33 | 33 | 0,158 | 0,149 | 0,04 | 0,04 | 0,008 | 0,007 | 0,92 | 0,61 | 1,06 |
| | до 0,1 | 86 | 86 | 0,036 | 0,033 | 0,02 | 0,02 | 0,003 | 0,002 | 0,91 | 0,59 | 1,09 |

3.7 Ранее выполненные оценки Минеральных ресурсов\запасов или подсчеты запасов (по стандарту ГКЗ) полезных ископаемых

По результатам указанных работ институтом «Гипроникель» составлены, а ГКЗ СССР утверждены постоянные кондиции (протокол от 19 сентября 1964 года № 118-к), подсчитаны и утверждены ГКЗ СССР (протокол ГКЗ от 20 января 1965 года № 4503) запасы силикатных никель-кобальтовых руд по категории С₁ в следующих количествах:

Таблица 3.7.1 - Запасы никель-кобальтовых руд, утвержденных ГКЗ СССР

| Запасы сухой руды в тыс.т | Среднее содержание в % | | Запасы в тыс. тонн | |
|------------------------------|------------------------|----------|--------------------|----------|
| | никеля | кобальта | никеля | Кобальта |
| Балансовые запасы | | | | |
| 8613 | 1,005 | 0,063 | 86,6 | 5,4 |
| Забалансовые запасы | | | | |
| 11939 | 0,666 | 0,033 | 79,5 | 3,9 |

ГКЗ СССР рекомендовала Кимперсайской геологоразведочной экспедиции произвести заводские или полужаводские испытания руд месторождения Бугетколь на Бурыктальском или Южно-Уральском никель-кобальтовых комбинатах.

В соответствии с изменившейся конъюнктурой рынка минерального сырья и с целью установления промышленного потенциала месторождения в современных условиях, в 2008 г. была произведена переоценка месторождения Бугетколь и утверждены параметры оценочных кондиций (протокол ГКЗ РК от 02.06.2008 г. № 703-08-К), по которым выполнен подсчет запасов:

- бортовое содержание никеля для оконтуривания балансовых руд - 0,7 %;
- минимальная мощность рудных тел, включаемых в подсчет - 1,0 м;
- максимальная мощность безрудных или некондиционных прослоев, включаемых в подсчет - 2,0 м;
- подсчет балансовых запасов произвести в границах проектного карьера в ТЭО кондиций;
- подсчитать запасы никеля и кобальта;
- для подсчета забалансовых руд в границах проектного карьера в ТЭО кондиций установить бортовое содержание - 0,5 %

Пересчет основывался на материалах отчета с подсчетом запасов 1964 г. и результатах геологоразведочных работ 2007 г, таблица 3.7.2.

Таблица 3.7.2 – Запасы месторождения Бугетколь, по состоянию на 01.01.2008 г.

| Параметры | Единицы измерения | Категории запасов | | | |
|--------------|-------------------|-------------------|----------------|--------------------------------|--------------|
| | | балансовые | | | забалансовые |
| | | C ₁ | C ₂ | C ₁ +C ₂ | |
| Руда (сухая) | тыс.т | 7314,7 | 2187,4 | 9502,1 | 4529,05 |
| Никель | тыс.т | 73,51 | 22,11 | 95,62 | 29,29 |
| Кобальт | тыс.т | 3,65 | 0,97 | 4,63 | 1,7 |
| Содержания | | | | | |
| Никеля | % | 1,01 | 1,01 | 1,01 | 0,61 |
| кобальта | % | 0,05 | 0,04 | 0,049 | 0,04 |

Укрупненная оценка подсчитанных запасов свидетельствовала о сопоставимости технико-экономических показателей с ранее определенными в ТЭО кондиций: внутренняя норма прибыли 5,89 % (в ТЭО 5,54 %); срок окупаемости проекта 11,5 лет (11,6 лет в ТЭО) [6].

4 КАЧЕСТВЕННАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУД

Изучением вещественного состава и качества руд месторождения Бугетколь занимались: НИИ Гипроникель (1959 - 1960 гг. и 1964 - 1965 гг.), КазИМС (1960 - 1961гг), «Казмеханобр», 2008 г. Кроме того, в 2007 году ООО «ИНАЛМЕТ» (г. Санкт-Петербург) был выполнен ТЭР строительства ферроникелевого завода на базе месторождения Бугетколь окисленных руд.

Для изучения химического и вещественного состава из рудных интервалов пройденных шурфов было отобрано три валовых пробы по литологическим признакам и 99 групповых проб, которые были проанализированы на основные шлакообразующие компоненты и вредные примеси. Для установления технологических свойств руды в лабораторных условиях методом электроплавки была исследована одна технологическая проба весом 200 кг, отобранная в 1961 году из горных выработок. В процессе исследований был изучен минеральный и химический состав руд, выделены их промышленные типы.

«Казмеханобром» в 2008 г. были проведены лабораторные исследования на двух пробах по гидрометаллургической технологии.

4.1 Вещественный состав руд

Изучение вещественного состава руд месторождения Бугетколь проводилось Казахским научно-исследовательским институтом минерального сырья (отв. исполнитель Нсанов А.М., 1960-1961гг.) и научно-исследовательским институтом «Гипроникель» (к.г.м.н. В.М. Григорьева, 1962 г.).

Изучение гранулометрического, минералогического и химического состава руд проводилось по литологическому признаку с использованием шлифов, образцов и валовых проб руды.

4.1.1 Типизация и литология руд

Рудные тела месторождения сложены различными литологическими разностями коры выветривания по серпентинитам. В таблице 3.1.1 приведены процентные соотношения литологических разностей руд и среднее содержание никеля, кобальта в них по залежам, горизонтам и в целом по месторождению. Из этой же таблицы видно, что руды месторождения представлены нонтронитами (45,38%), обохренными нонтронитами (30,78%), охристо-кремнистыми образованиями (13,35%), силицифицированными серпентинитами (3,37%), охрами (4,14%) и слабо нонтронитизированными серпентинитами (2,98%).

Все литологические разности коры выветривания, слагающие рудные тела представляют собой рыхлый материал, в котором присутствуют желваки размером от 20-30 см, крупные «валуны» и «глыбы» размером от 50 см до 1,5 и 2,0 м., сложенные монолитным реже ноздреватым силицифицированным серпентинитом.

Физические параметры продуктов коры выветривания, слагающих рудные тела приведены в таблице 4.1.1.1.

Таблица 4.1.1.1 - Характеристики физических свойств литологических разностей коры выветривания, слагающих рудные тела

| Литологические разности руд | % соотношение | Влажность в % к весу | Коэффициент разрыхления | Объемный вес | |
|---|---------------|----------------------|-------------------------|--------------|------------|
| | | | | Сырой руды | Сухой руды |
| Силицифицированные серпентиниты | 3,37 | - | - | - | - |
| Охристо-кремнистые образования | 13,35 | 22,92 | 1,59 | 1,71 | 1,32 |
| Охра | 4,14 | 27,27 | 1,51 | 1,54 | 1,12 |
| Обохренные нонtronиты и нонtronиты, нонtronитизированные серпентиниты | 30,78 | 25,19 | 1,60 | 1,61 | 1,20 |
| Нонtronиты и нонtronитизированные серпентиниты | 45,38 | 28,98 | 1,55 | 1,59 | 1,13 |
| Слабо нонtronитизированные серпентиниты | 2,98 | - | - | - | - |
| Средняя руда | 100,0 | 26,71 | 1,56 | 1,61 | 1,18 |

В таблице 4.1.1.2 приведена типизация руд месторождения Бугетколь по литологическим признакам, в этой же таблице приведены типы руд аналогичных месторождений.

Таблица 4.1.1.2 - Типизация руд по литологическим разностям

| Литологические разности руд | Соотношение в %% | Промышленный или технологический тип руды |
|---|------------------|---|
| Силицифицированные серпентиниты | 3,37 | Кремнисто-железистый |
| Охры кремнистые | 13,35 | |
| Итого железисто-кремнистая руда | 16,72 | |
| Охра | 4,14 | Железистый |
| Обохренные нонtron. и нонtronитиз. серпент. | 30,78 | |
| Итого железистая руда | 34,92 | Нонtronитовый (магнезиальный) |
| Нонtronиты и нонtronитиз. серпентиниты | 45,38 | |
| Слабо нонtronитизированные серпентиниты | 2,98 | |
| Итого магнезиальная (нонtronитовая) руда | 48,36 | |
| Средняя руда | 100,0 | |

4.1.2 Гранулометрический состав руды

На 3-х валовых пробах, отобранных из рудных интервалов пройденных шурфов, был проведен сухой рассев на 100 мм и 25 мм.

Данные по литологическому составу проб (по линейному пересечению в шурфах), месту отбора приведены в таблице 4.1.2.1, результаты сухого отсева даны в таблице 4.1.2.2.

Таблица 4.1.2.1 - Литологический состав валовых проб сухого отсева

| №№ шурфов (скв.) | Интервал отбора | Мощность, м. | Сечение шурфа | Объем в целике, м ³ | Охры кремнистые | | Охра | | Обоженные нонтрониты | | Нонтрониты серпентинизированные | |
|------------------|-----------------|--------------|---------------|--------------------------------|-----------------|-------|-----------|-------|----------------------|-------|---------------------------------|------|
| | | | | | Мощн., м. | % | Мощн., м. | % | Мощн., м. | % | Мощн., м. | % |
| Ш-24 (242 бис) | 7,0-20,0 | 13,0 | 1,25 | 16,25 | 9,7 | 74,62 | - | - | 3,3 | 25,38 | - | - |
| Ш-18 (1033) | 15,0-25,0 | 10,0 | 1,25 | 12,50 | 1,3 | 13,0 | - | - | 7,2 | 72,0 | 1,5 | 15,0 |
| Ш-20 (1173) | 2,0-14,0 | 12,0 | 1,25 | 15,00 | 7,6 | 63,34 | 4,4 | 36,66 | - | - | - | - |
| Итого: | - | 35,0 | 1,25 | 43,75 | 18,6 | - | 4,4 | - | 10,5 | - | 1,5 | - |
| Среднее | - | - | - | - | - | 53,14 | - | 12,57 | - | 30,0 | - | 4,29 |

Таблица 4.1.2.2 - Результаты сухого отсева проб

| №№ проб | Объем пробы в целике, м ³ | Фракции крупности | | | | | | |
|----------|--------------------------------------|-------------------|------|--|-----------------------------|---------|----------------|-------|
| | | + 100 мм | | - 100 + 25 мм | | - 25 мм | | |
| | | Объем в целике | % | Объем в разрыхленном состоянии, м ³ | Объем в целике К-разр. -159 | % | Объем в целике | % |
| 1 | 16,25 | 0,27 | 1,66 | 2,35 | 1,48 | 9,11 | 14,50 | 89,23 |
| 2 | 12,50 | 0,15 | 1,20 | 1,50 | 0,94 | 7,52 | 11,41 | 91,28 |
| 3 | 15,00 | 1,20 | 8,00 | 2,40 | 1,51 | 10,06 | 12,29 | 81,94 |
| Итого: | 43,75 | 1,62 | - | 6,25 | 3,93 | - | 38,20 | - |
| Среднее: | - | - | 3,70 | - | - | 8,98 | - | 87,32 |

Из литологического состава трех проб видно, что основную часть проб составляют охристо-кремнистые образования (проба 1 и 3) и обоженные нонтрониты (проба 2). По результатам отсева видно, что во всех пробах преобладают мелкие фракции (-25 мм), их доля колеблется от 81,94% до 91,3% и в среднем составляет 87,3%.

Гранулометрический состав литологических разностей коры выветривания по серпентинитам (по данным Нсанова А.) приведен в таблице 4.1.2.3 из которой видно, что состав литологических разностей отличается друг от друга по фракциям и классам крупности зерен. Наибольшее количество класса тонких фракций наблюдается в нонтронитизированных и обоженных нонтронитизированных серпентинитах. По гранулометрическому составу нонтронитизированные, обоженные нонтронитизированные и слабо нонтронитизированные серпентиниты относятся к тонкодисперсным рудам, а кремнистые охры и выщелоченные разрушенные серпентиниты - к среднекусковатым.

Таблица 4.1.2.3 - Гранулометрический состав зоны коры выветривания серпентинитов месторождения Бугетколь

| Зоны | Среднее по пробам, шт. | Класс крупных фракций, мм. | | | | | Класс средних фракций, мм. | | | | | Класс тонких фракций, мм. | Всего, % |
|--|------------------------|----------------------------|------|-------|------|-------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|----------|
| | | +10 | +5 | +2 | +1 | Итого | +0,5 | +0,25 | +0,16 | +0,05 | Итого | -0,05 | |
| Охры (желтые) | 2 | 15,24 | 9,05 | 10,27 | 4,16 | 38,72 | 6,36 | 3,21 | 2,70 | 7,80 | 20,07 | 41,21 | 100,0 |
| Обохренные нонтронитизированные серпентиниты | 8 | 3,44 | 1,78 | 3,80 | 2,19 | 11,21 | 7,51 | 7,09 | 9,23 | 18,75 | 42,58 | 46,20 | 100,0 |
| Нонтронитизированные серпентиниты | 8 | 0,05 | 0,25 | 1,32 | 1,53 | 3,15 | 4,50 | 4,91 | 6,57 | 22,98 | 38,96 | 57,89 | 100,0 |
| Слабо нонтронитизированные серпентиниты | 5 | 8,09 | 5,02 | 6,12 | 3,11 | 22,34 | 6,98 | 5,23 | 6,53 | 20,99 | 39,37 | 37,92 | 100,0 |
| Выщелоченные разрушенные (затронутые нонтронитизацией) серпентиниты | 3 | 6,88 | 9,38 | 9,53 | 4,78 | 30,57 | 6,70 | 5,20 | 5,85 | 18,96 | 36,71 | 32,71 | 100,0 |
| Выщелоченные карбонатизированные серпентиниты | 2 | 72,96 | 2,16 | 1,65 | 1,09 | 77,86 | 1,11 | 0,68 | 0,98 | 1,88 | 4,65 | 17,49 | 100,0 |
| Неизмененные выщелоченные серпентиниты | - | 100,0 | - | - | - | 100,0 | - | - | - | - | - | - | 100,0 |

Гранулометрический анализ, и распределение металлов по классам крупности в лабораторных пробах № 1 и № 2 приведены в таблице 3.1.2.4, из которой видно, что металлы в основном сосредоточены в классе крупности минус 0,074 +0 мм.

Таблица 4.1.2.4 - Результаты гранулометрического анализа

| Классы крупности, мм | Выход, % | Содержание, % | | | Распределение, % | | |
|----------------------|----------|---------------|-------|-------|------------------|-------|-------|
| | | Ni | Co | Fe | Ni | Co | Fe |
| Проба № 1 | | | | | | | |
| -1+0,5 | 10,56 | 0,29 | 0,014 | 4,30 | 3,18 | 2,67 | 4,26 |
| -0,5 + 0,25 | 9,40 | 0,48 | 0,016 | 5,70 | 4,69 | 2,71 | 5,03 |
| -0,25 + 0,1 | 13,83 | 0,73 | 0,016 | 8,70 | 10,49 | 3,99 | 11,30 |
| -0,1+0,074 | 5,91 | 0,92 | 0,043 | 11,20 | 5,65 | 4,59 | 6,24 |
| -0,074 + 0,044 | 12,25 | 0,91 | 0,044 | 11,10 | 11,58 | 9,73 | 12,76 |
| -0,044 + 0 | 48,05 | 1,29 | 0,088 | 13,40 | 64,41 | 76,31 | 60,44 |
| Итого | 100,0 | 0,96 | 0,055 | 10,65 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| Проба № 2 | | | | | | | |
| -1+0,5 | 7,77 | 0,48 | 0,011 | 17,60 | 4,31 | 1,07 | 5,57 |
| -0,5 + 0,25 | 8,91 | 0,69 | 0,052 | 23,30 | 7,10 | 5,79 | 8,45 |
| -0,25 + 0,1 | 11,19 | 0,82 | 0,064 | 25,00 | 10,60 | 8,94 | 11,38 |
| -0,1 + 0,074 | 4,66 | 0,85 | 0,073 | 23,70 | 4,58 | 4,25 | 4,50 |
| -0,074 + 0,044 | 11,40 | 0,85 | 0,06 | 23,20 | 11,20 | 8,54 | 10,76 |
| -0,044 + 0 | 56,07 | 0,96 | 0,102 | 26,00 | 62,21 | 71,41 | 59,34 |
| Итого | 100,0 | 0,865 | 0,08 | 24,57 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

4.1.3 Минеральный состав руд и распределение полезных компонентов

В составе рудной зоны коры выветривания выявлены гипергенные минералы: нонтрониты, карбонаты, окислы и гидроокислы железа, минералы кремнезема (опал, халцедон, кварц), марганцевые минералы и др. Кроме того, присутствуют минералы субстрата – серпентин, магнетит и хромшпинелиды. Минеральный состав зон коры выветривания, составляющих рудную зону приведен в таблице 4.1.3.1.

Таблица 4.1.3.1 - Минеральный состав рудной зоны

| Наименование зон | Наименование минералов и их содержания. % | | | | | | | |
|--|---|-----------|-----------|--------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|--------|
| | серпентин | нонтронит | карбонаты | Гидроокислы железа | Минералы кремнезема | Марганцевые минералы | Магнетит, хромшпинелиды | Прочие |
| Охр и охрестокремнистая | - | 10,88 | - | 60,80 | 21,07 | 3,59 | 0,75 | 2,91 |
| Обохренных нонтронитов | 2,93 | 58,95 | 0,39 | 29,52 | 2,36 | 3,64 | 1,29 | 0,92 |
| Нонтрониты, нонтронитизированные серпентиниты | 5,44 | 78,56 | 0,03 | 5,20 | 2,68 | 4,06 | 3,60 | 0,43 |

| | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-----|------|-------|------|------|------|
| Слабо нонтронитизированные серпентиниты | 22,65 | 51,64 | Сл. | 4,25 | 16,04 | 4,08 | 0,32 | 1,02 |
|--|-------|-------|-----|------|-------|------|------|------|

В. М. Григорьевой в средних и нижних частях коры выветривания установлены никелевые силикаты (жеролиты) в виде маломощных прожилков. Некоторые исследователи (И.И. Эдельштейн) считают их трансонными образованиями. Они характеризуются высокими (5,95 – 18,58%) содержаниями никеля, при этом установлена зависимость цвета минерала от содержания никеля, чем выше содержание никеля, тем темнее цвет (от почти белого до темно-голубого).

Содержание никеля и кобальта в других минералах рудной зоны коры выветривания приводится в таблице 4.1.3.2, из которой видно, что основными носителями никеля являются нонтронит и марганцевые минералы, а кобальта – марганцевые минералы и степень оруденения определяется количеством этих минералов.

Таблица 4.1.3.2 - Содержание никеля и кобальта в основных рудообразующих минералах коры выветривания

| Рудные элементы | Наименование минералов | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------------------------|----------|--------------|-----------------------|-----------|---------|-------------------------|----------|---------|---------------|----------|---------|
| | Нонтронит | | | Гидроокислы железа | | | Марганцевые минералы | | | Хромшпинелиды | | |
| | Содержание, % | | | Содержание, % | | | Содержание, % | | | Содержание, % | | |
| | от | до | среднее | от | до | среднее | от | до | среднее | от | до | среднее |
| Ni | 0,24 | 2,3 3 | 1,14/10 * | 0,08 | 0,64 | 0,4/4 | 1,5 2 | 8,7 | 5,16/5 | 0,08 | 0,5 8 | 0,22/3 |
| Co | 0,00 6 | 0,1 6 | 0,042/1 0 | 0,01 5 | 0,04 7 | 0,04/4 | 0,2 3 | 5,4 5 | 2,52/5 | 0,00 9 | 0,1 8 | 0,11/3 |

Примечание: в графе «среднее» – в числителе среднее содержание, в знаменателе количество проб.

Минеральный состав технологических проб № 1 и № 2, которые изучались в «Казмеханобре» приведен в таблице 4.1.3.3.

Таблица 4.1.3.3 - Минеральный состав технологических проб № 1, № 2

| Наименование продукта | Содержание минералов, масс. % | | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|-------|-------|----------|--------|-------|---------|---------|----------|---------------------------|--------------------------|
| | Смектит | Тальк | Кварц | Каолинит | Хлорит | Гетит | Амфибол | Гематит | Сульфиды | Магнетит, хромшпинелид | Пиролюзит, псиломелан |
| Проба 1 | 28-30 | 20-22 | 13-15 | 8-10 | 2-4 | 1-2 | 9-11 | 12-14 | 1-2 | 2-3 | 2 |
| Проба 2 | 20 | 14-16 | 6-8 | 15-17 | 4-6 | 22-23 | - | 5-6 | 2-3 | 4-5 | 1-2 |

Сульфиды в пробах 1, 2 представлены марказитом, мельниковитом, реже встречаются халькопирит, ковеллин, пентландит, никелин, сфалерит. Качественный состав обеих проб идентичен. Основными

породообразующими и никеленосными минералами являются смектит (нонtronит, монтмориллонит), тальк, каолинит, а также присутствуют кварц, в подчиненном количестве - амфибол, хлорит. Рудные минералы представлены гематитом и гетитом реже магнетитом, лимонитом, хромшпинелидом и составляют от 2 до 3%. Размеры их зерен колеблются от 0,1 до 0,7 мм, Остальные рудные минералы очень редки и встречаются в виде тонких выделений в глинистой массе с размером зерен от 0,007 до 0,1 мм. Оксиды и гидроксиды железа присутствуют в виде свободных зерен размером от 0,05 - 0,1 мм до 0,1 - 1,0 мм, а также пропитывают в виде тонкодисперсной массы породообразующие минералы, пигментируя их в бурый цвет различной интенсивности.

4.1.4 Химический состав руды

Из каждой валовой пробы сухого отсева было отобрано по две крупные пробы для химической характеристики. Результаты химического анализа приведены в таблице 4.1.4.1. В этой же таблице дан химический состав лабораторных проб № 1, 2 (Казмеханобр, 2008 г.).

Таблица 4.1.4.1 - Химический состав валовых проб (средний по 6-и пробам)

| Наименование | Содержание, % | | | | | | | |
|----------------------|---------------|-------|------------------|--------------------------------|------|------|--------------------------------|--------------------------------|
| | Ni | Co | SiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | MgO | CaO | Al ₂ O ₃ | Cz ₂ O ₃ |
| Среднее по 6 пробам: | 0,76 | 0,110 | 48,07 | 33,45 | 4,62 | 1,51 | 9,58 | 1,14 |
| Проба № 1 | 0,93 | 0,035 | 48,92 | 14,03 | 6,6 | 2,2 | 5,41 | - |
| Проба № 2 | 0,86 | 0,064 | 34,68 | 35,98 | 5,1 | 0,84 | 3,94 | - |

Примечание: в пробе 1 и 2, соответственно – Mn 0,27; 0,34%, Cu 0,005; 0,014%. Анализы на Ni, Co, Cu, Fe выполнялись на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС – 3 по «Методическому стандарту JSO – 8288 пламенные атомно-абсорбционные спектрометрические методы».

Кроме валовых проб было отобрано и проанализировано 99 групповых проб по литологическим разностям руд на основные шлакообразующие компоненты и вредные примеси. По отдельным пробам был сделан полный химический анализ. Результаты приведенные в таблице 3.1.4.1, из которой видно, что руды месторождения Бугетколь характеризуется следующими данными: Fe₂O₃-28,31%; SiO₂-43,76%; MgO-8,66%; Al₂O₃-4,69%; Cz₂O₃-1,53%.

Сравнительный анализ показывает, что средняя руда месторождения Бугетколь является сравнительно маложелезистой и по составу очень близка к средней руде Кимперсайского месторождения. Остальные компоненты в рудах обоих месторождений почти одинаковы. Содержание вредных примесей (Cu, S, P) в рудах месторождения составляет сотые и тысячные доли процента, что является нормальным для окисленных руд.

Результаты спектрального анализа проб № 1 и № 2, приведены в таблице 3.1.4.2 из которой видно, что наряду с основными полезными компонентами отмечаются повышенные содержания хрома, который связан с присутствующим в руде хромитом.

Таблица 4.1.4.2 - Результаты полуколичественного спектрального анализа

| Элементы | Концентрация, % | |
|----------|-----------------|----------|
| | Проба 1 | Проба 2 |
| Никель | ≥1,0 | ≥1,0 |
| Кобальт | 0,05 | 0,1 |
| Хром | ≥1,0 | ≥1,0 |
| Золото | <0,0002 | <0,0002 |
| Цинк | 0,01 | 0,07 |
| Рений | <0,0002 | <0,0002 |
| Свинец | 0,0002 | 0,002 |
| Медь | 0,0015 | 0,01 |
| Мышьяк | <0,01 | <0,01 |
| Сурьма | <0,002 | <0,002 |
| Серебро | <0,00002 | <0,00002 |
| Молибден | 0,0002 | 0,0001 |
| Кадмий | <0,0005 | <0,0005 |
| Висмут | <0,0002 | <0,0002 |
| Германий | <0,0002 | <0,0002 |

В пробе № 1 не обнаружено: As; Ti; Ga; Bi; Ba; Mo; Sn; Zn; Ag; Zr; Sb; W; Cd; Tl; Li; La; Ge; Sc; Au.

В пробе № 2 не обнаружено: Au; Tl; As; Ti; Ga; W; Ge; Bi; Sn; Mo; Li; Ag [6].

5 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

5.1 Инженерно-геологические исследования

При проведении разведки месторождения в 1960-63 гг. физико-механические свойства грунтов не определялись. Исследования их проведены в 2007 году. Виды и объемы выполненных работ приведены в нижеследующей таблице 5.1.1.

Таблица 5.1.1 – Объемы выполненных физико-механических исследований

| Виды работ | Единицы измерения | Объем |
|--|--|---------------------------------|
| Механическое колонковое бурение | скв. п.м. | 2 100 |
| Отбор проб грунта: - связных и рыхлообломочных грунтов - скальных грунтов | проба проба | 48 8 |
| Лабораторные исследования: - гранулометрический состав - физические свойства связных и рыхлообломочных грунтов - физические свойства скальных грунтов - компрессионные испытания - сдвиговые испытания - определение набухания | опред.компл. опред.компл. опред.компл. опред.компл. опыт | 48 48 8 36 31 30 |

В результате выполненных лабораторных работ установлены физико-механические характеристики грунтов коры выветривания (таблица 5.2.2) и палеозойских скальных грунтов (таблица 5.2.3.). Физико-механические свойства нерасчлененных верхнеплиоцен-древнечетвертичных грунтов приводятся по аналогии с Шевченковским месторождением никель-кобальтовых руд, таблица 5.2.1.

5.2 Физико-механические свойства руд и пород

В пределах месторождения выделяются следующие три группы грунтов:

а) Кайнозойские рыхлообломочные отложения:

Песчанистые глины, суглинки; красно-бурые, зеленовато-серые глины

б) связные образования нижнемезозойской коры выветривания:

Силицифицированные серпентиниты.

Кремнисто-охристые образования по серпентинитам.

Охры.

Ободренные нонтрониты и нонтронитизированные серпентиниты.

Разрушенные серпентиниты.

Глинистая кора выветривания по габбро.

Глинистая кора выветривания по диоритам.

Глинистая кора выветривания по верхнепротерозой-нижнепалеозойским метаморфическим сланцам.

Нонтрониты по пироксенитам.

Таблица 5.2.1 - Физико-механические свойства грунтов покровной толщи верхнеплиоцен-древнечетвертичного возраста

| Комплекс | Наименование грунтов | Механический состав в % (от-до) | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------------------------|---------------------------------|-------|--------|--------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-------------|-------------|
| | | гравий | | | | песок | | | | | пыль | | глина |
| | | 10-7 | 7-5 | 5-3 | 3-2 | 2,0-1,0 | 1,0-0,5 | 0,5-0,25 | 0,25-0,10 | 0,1-0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,005 | мен.0,005 |
| Элювиально-делювиальные глины (ГК) | Глина легкая пылеватая | 0-0,83 | 0-1,8 | 0-1,81 | 0-1,26 | 0-1,08 | 0,26-3,07 | 0,14-3,98 | 0,25-4,35 | 0,64-9,70 | 1,94-25,29 | 8,21-24, 23 | 49,55-72,06 |

Продолжение таблицы 5.2.1

| Физические свойства, от-до | | | | | | | Пределы пластичности, от-до | | | Показатели текучести | Консистенция | Компрессионная характеристика, от-до | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--|--|---------------|------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|--------------|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
| плотность грунта, г/см ³ | гигроскопическая влажность, % | естественная влажность, % | Плотность частиц грунта, г/см ³ | объем вес сухого грунта, г/см ³ | пористость, % | коэффициент пористости | предел текучести | предел раскатывания | число пластичности | | | коэффициент сжимаемости | характеристика сжимаемости | коэффициент просадочности | разновидность грунта по просадочности |
| 1,81-1,94 | 3,40-5,04 | 12,65-29,63 | 12,65-29,63 | 1,31-1,70 | 37,35-54,2 | 1,629-0,732 | 45,13-59,52 | 20,1-31,15 | 17,80-35,51 | <0 | твердая | 0,013 | среднесжимаемый | 0,006 | непросадочный |

Продолжение таблицы 5.2.1

| Набухание, от-до | | Сопротивление сдвигу | | |
|--------------------|-----------------------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| величина набухания | разновидность грунта по набуханию | сцепление кПа | коэффициент внутреннего трения | угол внутреннего трения, градус |
| 0,03 | не набухающий | 160-300 | 0,3-1,6 | 17-58 |

Таблица 5.2.2 - Результаты лабораторных исследований грунтов коры выветривания

| Дата проведения анализа | №№ скважины | Глубина отбора, м | Наименование грунта | Гранулометрический состав, % | | | | | | | | |
|-------------------------|-------------|-------------------|--|------------------------------|-------|------|-------|-------|----------|----------|----------|-------|
| | | | | Размер фракций, мм | | | | | | | | |
| | | | | >10 | 10-5 | 5-2 | 2-1 | 1-0,5 | 0,5-0,25 | 0,25-0,1 | 0,1-0,05 | <0,05 |
| 10.11.2007 | 2ИГГ | 2,15 | Глина тяжелая | - | 3,32 | 0,12 | 0,23 | 0,30 | 0,78 | 1,94 | 1,21 | 92,10 |
| 10.11.2007 | 2ИГГ/2 | 4,45 | Глина легкая пылеватая со щебнем | 13,46 | 8,49 | 7,09 | 4,59 | 2,65 | 3,95 | 6,56 | 2,58 | 50,63 |
| 04.11.2007 | 2ИГГ/2 | 6,65 | Щебень с суглинистым заполнителем | 55,14 | 4,14 | 1,63 | 1,45 | 0,71 | 1,36 | 3,40 | 1,88 | 30,29 |
| 04.11.2007 | 2ИГГ/2 | 8,8 | Глина тяжелая | - | 0,20 | 0,72 | 0,52 | 0,88 | 2,12 | 2,33 | 3,68 | 89,55 |
| 04.11.2007 | 2ИГГ/2 | 11,2 | Глина тяжелая | | | 0,71 | 4,80 | 4,23 | 5,86 | 4,59 | 1,99 | 77,82 |
| 10.11.2007 | 2ИГГ/6 | 13,4 | Глина тяжелая со щебнем | 15,0 | 1,85 | 0,81 | 0,82 | 0,60 | 1,31 | 2,80 | 2,86 | 73,95 |
| 04.11.2007 | 2ИГГ/7 | 15,65 | Суглинок тяжелый песчанистый щебнистый | 31,46 | 4,38 | 4,26 | 3,44 | 2,05 | 3,33 | 4,71 | 2,23 | 44,14 |
| 04.11.2007 | 2ИГГ/8 | 17,8 | Глина легкая пылеватая | 9,66 | 1,38 | 1,42 | 2,31 | 2,12 | 4,65 | 4,74 | 3,84 | 69,88 |
| 12.11.2007 | 2ИГГ/9 | 20,25 | Щебень с заполнителем | 61,63 | - | 4,42 | 4,53 | 2,75 | 3,38 | 3,23 | 1,71 | 11,87 |
| 17.11.2007 | 2ИГГ/10 | 22,5 | Суглинок тяжелый со щебнем | 12,86 | 7,08 | 7,35 | 8,89 | 5,58 | 6,92 | 6,83 | 4,00 | 42,49 |
| 17.11.2007 | 2ИГГ/11 | 24,75 | Глина легкая пылеватая | 2,09 | 1,46 | 3,13 | 4,15 | 3,47 | 6,35 | 12,03 | 7,72 | 59,68 |
| 04.11.2007 | 2ИГГ/12 | 27,0 | Суглинок тяжелый пылеватый со щебнем | 13,29 | 5,58 | 5,12 | 5,47 | 3,69 | 7,97 | 11,86 | 4,95 | 42,07 |
| 10.11.2007 | 2ИГГ/13 | 29,25 | Дресвяно-щебнистые | 14,06 | 12,93 | 9,41 | 10,61 | 7,41 | 10,93 | 11,73 | 4,69 | 18,23 |
| 12.11.2007 | 2ИГГ/14 | 31,5 | Щебень с суглинистым заполнителем | 37,81 | 8,58 | 5,23 | 3,52 | 2,34 | 4,08 | 6,69 | 4,76 | 27,99 |
| 10.11.2007 | 2ИГГ/15 | 33,75 | Глина легкая щебнистая | 10,17 | 2,91 | 2,75 | 3,75 | 2,94 | 5,96 | 9,98 | 6,40 | 55,14 |

Продолжение таблицы 5.2.2

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|---------|-------|---|-------|------|------|------|------|-------|-------|------|-------|
| 06.11.2007 | 2ИГГ/16 | 36,0 | Глина легкая песчанистая со щебнем | 15,05 | 3,70 | 4,10 | 3,45 | 2,65 | 5,31 | 9,19 | 7,88 | 48,60 |
| 10.11.2007 | 2ИГГ/17 | 38,25 | Глина легкая пылеватая | 0,49 | 0,50 | 1,86 | 4,97 | 4,69 | 7,45 | 11,56 | 7,34 | 61,14 |
| 12.11.2007 | 2ИГГ/18 | 40,5 | Щебнисто-дресвяный грунт с суглинистым заполнителем | 7,12 | 6,96 | 7,81 | 8,42 | 7,66 | 9,88 | 15,78 | 8,75 | 27,63 |
| 10.11.2007 | 2ИГГ/19 | 42,75 | Суглинок тяжелый песчанистый | 0,40 | 4,49 | 8,65 | 7,19 | 6,19 | 10,71 | 12,82 | 7,29 | 42,26 |
| 04.11.2007 | 2ИГГ/20 | 45,0 | Глина тяжелая | 0,48 | 2,90 | 5,21 | 5,20 | 3,36 | 4,22 | 4,84 | 1,61 | 72,18 |
| 30.09.2007 | 1ИГГ/1 | 1,5 | Дресва с тяжелосуг- линистым заполнителем | | | 0,15 | 0,20 | 0,10 | 0,52 | 60,94 | 1,42 | 36,61 |
| 30.09.2007 | 1ИГГ/1 | 3,0 | Дресва с глинистым заполнителем | 1,44 | 2,55 | 0,91 | 0,98 | 0,52 | 0,89 | 47,82 | 2,44 | 43,88 |
| 30.09.2007 | 1ИГГ/1 | 4,5 | Глина тяжелая | | 2,06 | 2,37 | 1,67 | 0,79 | 0,95 | 20,81 | 2,43 | 68,92 |
| 30.09.2007 | 1ИГГ/4 | 6,0 | Дресва с тяжелым суглинистым заполнителем | | | 0,06 | 0,02 | 0,03 | 0,96 | 64,43 | 2,07 | 32,26 |
| 30.09.2007 | 1ИГГ/5 | 7,5 | Дресвяный грунт с тяжелосуглинистым заполнителем | | | 0,02 | 0,08 | 0,05 | 0,14 | 62,53 | 2,61 | 34,57 |
| 30.09.2007 | 1ИГГ/6 | 9,0 | Дресвяный грунт с суглинистым заполнителем | | | 1,02 | 0,53 | 0,85 | 15,22 | 56,89 | 3,92 | 21,57 |
| 30.09.2007 | 1ИГГ/7 | 11,0 | Глина тяжелая | | | 0,32 | 0,73 | 0,56 | 1,15 | 2,58 | 1,27 | 93,39 |
| 10.11.2007 | 1ИГГ/8 | 12,0 | Суглинок тяжелый дресвяный | 1,29 | 5,15 | 7,39 | 8,57 | 6,12 | 8,54 | 9,53 | 3,11 | 50,30 |
| 20.11.2007 | 1ИГГ/9 | 13,5 | Глина легкая со щебнем и дресвой | 3,45 | 6,81 | 8,22 | 8,18 | 4,71 | 5,85 | 6,61 | 2,27 | 53,65 |
| 22.11.2007 | 1ИГГ/11 | 16,5 | Дресвяно-щебнистый грунт с тяжелосугли- нистым заполнителем | 17,49 | 9,04 | 8,07 | 8,50 | 5,09 | 6,64 | 6,18 | 3,36 | 35,85 |

Продолжение таблицы 5.2.2

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|---------|------|--|-------|------|-------|-------|------|------|------|------|-------|
| 11.11.2007 | ИИГГ/12 | 18,0 | Глина тяжелая | 1,66 | 2,92 | 2,82 | 2,95 | 1,85 | 3,50 | 5,24 | 3,96 | 75,08 |
| 11.11.2007 | ИИГГ/13 | 19,5 | Глина тяжелая | 1,27 | 8,44 | 9,62 | 8,51 | 4,77 | 5,37 | 7,03 | 7,34 | 47,65 |
| 17.11.2007 | ИИГГ/14 | 21,0 | Дресвяно-щебнистые образования с тяжелосуглинистым заполнителем | 9,98 | 7,59 | 11,05 | 10,85 | 5,67 | 6,24 | 5,96 | 2,71 | 41,65 |
| 17.11.2007 | ИИГГ/15 | 22,5 | Суглинок тяжелый щебнистый | 2,30 | 6,42 | 9,78 | 8,49 | 3,94 | 4,49 | 4,57 | 2,97 | 57,04 |
| 17.11.2007 | ИИГГ/16 | 24,0 | Глина тяжелая | | 0,19 | 4,45 | 8,50 | 5,09 | 3,75 | 4,71 | 2,47 | 68,84 |
| 11.11.2007 | ИИГГ/17 | 25,5 | Дресвяно-щебнистый грунт с глинистым заполнителем | 17,88 | 9,23 | 0,84 | 5,35 | 3,25 | 3,89 | 3,43 | 1,56 | 49,57 |
| 17.11.2007 | ИИГГ/18 | 27,0 | Глина тяжелая | | 1,66 | 3,67 | 4,20 | 2,78 | 3,23 | 3,29 | 1,74 | 79,43 |
| 03.12.2007 | ИИГГ/19 | 28,5 | Глина тяжелая | | | 1,03 | 1,37 | 1,23 | 2,33 | 3,88 | 1,96 | 87,49 |
| 17.11.2007 | ИИГГ/20 | 30,0 | Глина тяжелая | | | 0,07 | 0,39 | 0,62 | 1,26 | 2,53 | 1,47 | 93,66 |
| 03.12.2007 | ИИГГ/21 | 31,5 | Глина тяжелая | 1,05 | | 128 | 1,74 | 1,63 | 293 | 4,61 | 3,17 | 82,63 |
| 03.12.2007 | ИИГГ/22 | 33,0 | Щебень с супесчаным заполнителем | 65,77 | 4,90 | 2,96 | 2,02 | 1,21 | 1,87 | 2,88 | 2,18 | 17,22 |
| 30.11.2007 | ИИГГ/23 | 34,5 | Глина легкая песчанистая | 5,11 | 4,40 | 4,63 | 4,12 | 2,99 | 4,60 | 8,90 | 6,48 | 58,77 |
| 11.11.2007 | ИИГГ/24 | 36,0 | Суглинок тяжелый с дресвой и щебнем | 7,23 | 6,45 | 8,21 | 6,42 | 382 | 5,95 | 7,92 | 5,39 | 48,61 |
| 26.11.2007 | ИИГГ/25 | 37,5 | Дресвяно-щебнистые образования с тяжелосуглинистым заполнителям | 13,09 | 7,48 | 8,69 | 7,19 | 3,20 | 5,14 | 7,69 | 5,82 | 41,80 |
| 03.12.2007 | ИИГГ/26 | 39,0 | Дресвяно-щебнистые образования с тяжелосуглинистым заполнителям | 36,20 | 4,81 | 2,88 | 2,68 | 2,03 | 3,52 | 4,65 | 4,16 | 40,07 |
| 03.12.2007 | ИИГГ/27 | 40,5 | | 7,69 | 3,61 | 4,07 | 3,59 | 2,87 | 4,44 | 6,70 | 6,69 | 60,34 |
| 30.11.2007 | ИИГГ/28 | 42,0 | Глина тяжелая | 2,52 | 1,92 | 3,48 | 4,16 | 3,48 | 4,86 | 6,95 | 4,27 | 68,36 |

Таблица 5.2.3 - Результаты лабораторных исследований грунтов коры выветривания (2)

| Наименование грунта | Плотность частиц грунта, г/см ³ | Плотность сухого грунта, г/см ³ | Плотность сухого грунта, г/см ³ | Естественная влажность, % | Пористость, % | Коэффициент пористости | Модуль деформации МПа | Угол внутреннего трения, градус | Сила сцепления, МПа | Величина набухания д.е. | Тип Набухания |
|--|--|--|--|---------------------------|---------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------|-------------------------|------------------|
| Глина тяжелая | 2,86 | 1,92 | 1,67 | 14,66 | 41,61 | 0,712 | | | | - | |
| Глина легкая пылеватая со щебнем | 2,99 | 1,59 | 1,25 | 27,48 | 58,19 | 1,392 | 129,08 | 12° | 0,0300 | 0,34 | сильнонабухающий |
| Щебень с суглинистым заполнителем | 3,15 | 1,69 | 1,20 | 40,85 | 61,90 | 1,625 | 545,0 | 4° | 0,070 | 0,19 | сильнонабухающий |
| Глина тяжелая | 2,97 | 1,53 | 1,06 | 43,75 | 64,30 | 1,802 | 232,75 | 23° | 0,03 | 0,23 | сильнонабухающий |
| Глина тяжелая | 2,88 | 1,61 | 1,08 | 49,50 | 62,50 | 1,667 | 116,18 | 12° | 0,040 | 0,25 | сильнонабухающий |
| Глина тяжелая со щебнем | 2,74 | 1,51 | 1,22 | 23,58 | 55,47 | 1,246 | 85,83 | 16° | 0,055 | 0,28 | сильнонабухающий |
| Суглинок тяжелый песчанистый щебнистый | 2,96 | 1,60 | 1,25 | 28,30 | 29,82 | 1,368 | 163,33 | 18° | 0,055 | 0,17 | сильнонабухающий |
| Щебень с заполнителем | 2,9 | 1,56 | 1,31 | 19,37 | 54,82 | 1,214 | 249,32 | | | - | |
| Суглинок тяжелый со щебнем | 3,07 | 1,68 | 1,38 | 21,38 | 55,05 | 1,225 | 167,73 | | | 0,36 | сильнонабухающий |
| Глина легкая пылеватая | 2,81 | 1,82 | 1,52 | 19,87 | 45,91 | 0,849 | 84,86 | 17° | 0,070 | 0,12 | средненабухающий |

Продолжение таблицы 5.2.3

| | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|-------|-------|-------|--------|-----|-------|------|------------------|
| Суглинок тяжелый пылеватый со щебнем | 2,87 | 1,85 | 1,52 | 21,34 | 47,04 | 0,888 | 292,81 | 9° | 0,170 | - | |
| Дресвяно-щебнистые | 2,89 | 1,84 | 1,44 | 28,06 | 50,17 | 1,007 | 249,87 | 18° | 0,325 | 0,05 | слабонабухающий |
| Щебень с суглинистым заполнителем | 3,00 | 1,76 | 1,22 | 44,39 | 59,33 | 1,459 | 141,16 | | | 0,05 | слабонабухающий |
| Глина легкая щебнистая | 2,79 | 1,76 | 1,33 | 32,82 | 52,33 | 1,098 | 165,64 | | | 0,17 | сильнонабухающий |
| Глина легкая песчанистая со щебнем | 2,85 | 1,79 | 1,44 | 24,0 | 49,47 | 0,979 | 259,08 | | | 0,04 | слабонабухающий |
| Глина легкая пылеватая | 2,74 | 1,96 | 1,65 | 19,01 | 39,78 | 0,661 | 142,59 | 22° | 0,040 | 0,06 | слабонабухающий |
| Щебнисто-дресвяный грунт с суглинистым заполнителем | 2,93 | 1,95 | 1,38 | 41,19 | 52,90 | 1,123 | 107,40 | 22° | 0,060 | 0,04 | слабонабухающий |
| Суглинок тяжелый песчанистый | 2,75 | 2,0 | 1,64 | 21,95 | 40,36 | 0,677 | | 26° | 0,325 | | |
| Глина тяжелая | 2,80 | 2,08 | 1,65 | 25,77 | 41,07 | 0,697 | | 22° | 0,425 | | |
| Дресва с тяжелосуглинистым заполнителем | 2,71 | 1,94 | 1,63 | 18,90 | 39,85 | 0,662 | | 23° | 0,450 | | |
| Глина тяжелая | 2,64 | 1,96 | 1,72 | 13,89 | 34,85 | 0,535 | | 19° | 0,450 | | |
| Дресва с тяжелым суглинистым заполнителем | 2,57 | 2,03 | 1,68 | 20,47 | 34,63 | 0,530 | | 30° | 0,300 | | |
| Дресвяный грунт с тяжелосуглинистым заполнителем | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |

Продолжение таблицы 5.2.3

| | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|-------|-------|-------|--------|-----|--------|------|------------------|
| Дресвянный грунт с суглинистым заполнителем | 2,82 | 1,62 | 1,05 | 54,0 | 62,76 | 1,686 | | | | | |
| Глина тяжелая | 2,84 | 1,71 | 1,24 | 37,81 | 56,34 | 1,290 | | 30° | 0,045 | 0,00 | ненабухающий |
| Суглинок тяжелый дресвянный | 2,94 | 1,84 | 1,52 | 20,95 | 48,30 | 0,934 | | | | 0,05 | средненабухающий |
| Глина легкая со щебнем и дресвой | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Глина тяжелая | 3,10 | 1,60 | 0,99 | 60,91 | 68,06 | 2,131 | | 17° | 0,035 | | |
| Дресвяно-щебнистый грунт с тяжелосуглинистым заполнителем | 3,05 | 1,74 | 1,13 | 53,31 | 62,95 | 1,699 | 231,98 | 9° | 0,030 | 0,12 | средненабухающий |
| Глина тяжелая | 3,05 | 1,81 | 1,51 | 20,04 | 50,49 | 1,020 | 200,5 | | | | |
| Глина тяжелая | 3,07 | 1,72 | 1,30 | 31,99 | 57,65 | 1,361 | 158,85 | | | 0,14 | сильнонабухающий |
| Дресвяно-щебнистые образования с тяжелосуглинистым заполнителем | 2,82 | 1,88 | 1,54 | 22,14 | 45,39 | 0,831 | 197,93 | 25° | 0,040 | 0,09 | средненабухающий |
| Суглинок тяжелый щебнистый | 2,89 | 1,81 | 1,49 | 21,31 | 48,44 | 0,939 | 200,83 | 22° | 0,090 | 0,13 | сильнонабухающий |
| Глина тяжелая | 3,09 | 1,86 | 1,52 | 22,18 | 50,81 | 1,033 | 174,39 | 18° | 0,065 | 0,05 | слабонабухающий |
| Дресвяно-щебнистый грунт с глинистым заполнителем | 3,33 | 1,81 | 1,34 | 34,51 | 59,76 | 1,485 | 187,27 | 30° | 0,0300 | - | |
| Глина тяжелая | 2,97 | 1,66 | 1,15 | 44,74 | 61,28 | 1,583 | 201,01 | 14° | 0,1002 | 0,09 | средненабухающий |
| Глина тяжелая | 3,12 | 1,66 | 1,06 | 56,54 | 66,03 | 1,943 | 135,32 | 17° | 0,0425 | 0,02 | непросадочный |
| Глина тяжелая | 3,15 | 1,56 | 0,95 | 64,18 | 69,84 | 2,315 | 175,53 | 12° | 0,0625 | 0,05 | слабонабухающий |

Продолжение таблицы 5.2.3

| | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|-------|-------|-------|--------|-----|--------|------|------------------|
| Глина легкая песчанистая | 2,72 | 1,71 | 1,18 | 44,68 | 56,62 | 1,305 | 186,83 | | | - | - |
| Суглинок тяжелый с дресвой и щебнем | 2,89 | 1,83 | 1,45 | 26,54 | 49,82 | 0,993 | 176,70 | | | 0,07 | слабонабухающий |
| Дресвяно- щебнистые образования с тяжелосуглинистым заполнителям | 2,92 | 2,02 | 1,65 | 22,52 | 43,49 | 0,770 | 191,09 | 29° | 0,0650 | 0,04 | слабонабухающий |
| Дресвяно- щебнистые образования с тяжелосуглинистым заполнителям | 2,86 | 2,04 | 1,74 | 16,94 | 39,16 | 0,644 | 135,7 | | | 0,04 | слабонабухающий |
| | 2,88 | 2,06 | 1,70 | 20,97 | 40,97 | 0,694 | 221,05 | 38° | 0,025 | 0,04 | слабонабухающий |
| Глина тяжелая | 2,86 | 1,99 | 1,71 | 16,29 | 40,21 | 0,672 | 219,34 | 32° | 0,070 | 0,08 | средненабухающий |
| | 2,86 | 1,89 | 1,39 | 35,67 | 51,40 | 1,057 | 81,77 | | | 0,01 | ненабухающий |

Таблица 5.2.4 - Физические характеристики скальных грунтов по данным лабораторных исследований в 2007

Г

| № скважины | Глубина отбора, м | Плотность грунта, г/см ³ | Плотность скелета грунта, г/см ³ | Плотность частиц грунта, г/см ³ | Естественная влажность, % | Пористость при естественном сложении, % | Коэффициент пористости в естественном сложении, % | Степень трещиноватости |
|------------|-------------------|-------------------------------------|---|--|---------------------------|---|---|------------------------|
| 1ИГГ/29 | 46 | 2,33 | 2,17 | 2,72 | 25,04 | 20,22 | 0,253 | трещиноватый |
| 1ИГГ/30 | 47 | 2,40 | 2,26 | 2,79 | 6,14 | 19,00 | 0,234 | трещиноватый |
| 1ИГГ/31 | 48 | 2,56 | 2,50 | 2,71 | 2,24 | 7,75 | 0,084 | слаботрещиноватый |
| 1ИГГ/32 | 49 | 2,50 | 2,42 | 2,74 | 3,42 | 11,68 | 0,132 | трещиноватый |
| 1ИГГ/33 | 50 | 2,56 | 2,45 | 2,88 | 4,58 | 14,93 | 0,175 | трещиноватый |
| 1ИГГ/21 | 43 | 2,90 | 2,85 | 3,07 | 1,80 | 7,17 | 0,077 | слаботрещиноватый |
| 1ИГГ/22 | 44 | 2,46 | 2,09 | 2,92 | 17,60 | 28,42 | 0,397 | сильнотрещиноватый |
| 1ИГГ/23 | 45 | 2,30 | 2,07 | 2,98 | 11,16 | 30,54 | 0,440 | сильнотрещиноватый |

с) Скальные палеозойские породы:

Слабо нонтронитизированные пироксениты.

Слабо нонтронитизированные серпентиниты.

Рыхлообломочные грунты представлены песками мелкими пылеватыми. Пески слабосцементированные, плотные, их коэффициент пористости менее 0,60; пески малой степени насыщения, их коэффициент водонасыщения близок к нулю (Б-17 ГОСТ 25100-95). Эти пески за счет природной цементности глинисто-известковым цементом имеют высокие прочностные характеристики: угол внутреннего трения - 34° , силу сцепления 50 кПа. В бортах будущих карьеров эти грунты практически отсутствуют.

В 2007 году выполнен комплекс лабораторных исследований по грунтам коры выветривания и скальным грунтам.

Результаты лабораторных исследований по грунтам коры выветривания приведены в таблице 4.2.2-4.2.3. Судя по гранулометрическому составу грунты имеют существенно разную степень выветривания и представлены от тонкодисперсных тяжелых глин до щебнисто-дресвяных образований бессистемно переслаивающихся между собой. Здесь встречаются многочисленные прослой щебнистых супесей, суглинков и легких пылеватых глин. Степень их выветрелости уменьшается сверху вниз.

Для всех грунтов коры выветривания характерна высокая пористость, причем, она тем выше, чем глубже степень выветривания: для высокодисперсных глин коэффициент пористости достигает 1,750, для щебнисто-дресвяных образований снижается до 0,712. Произведены определения плотности грунта, естественной влажности, пористости и К пористости.

Грунты непресадочные.

Грунты в основном ненабухающие и слабонабухающие с прослоями сильнонабухающих с величиной свободного набухания до 0,37.

5.3 Инженерно-геологическое районирование разреза

Физико-механические свойства грунтов месторождения изложены выше. Здесь отмечается одна очень существенная особенность грунтов, совершенно не характерная для грунтов Казахстана. Охры, охристо-кремнистые образования, нонтрониты и нонтронитизированные серпентиниты имеют кремнистый «хрящ» (скелет), который при внешней нагрузке до 300 кПа не разрушается даже при полном водонасыщении грунта. Поэтому эти грунты при очень высокой пористости являются слабосжимаемыми, а при насыщении водой – непресадочными даже при нагрузке до 300кПа. По этой причине названные грунты обладают повышенными прочностными характеристиками, подробнее в таблице 4.3.1.

В разрезе месторождения выделяются следующие инженерно-геологические комплексы:

- глинистый комплекс – ГК;

- полускальный комплекс – ПСК;
- скальный комплекс – СК.

Глинистый комплекс подразделяется на следующие подкомплексы:

- глинистые грунты покровной толщи – ГКп;
- охры и охристо-кремнистые образования – Гко;
- нонtronиты и нонtronитизированные серпентиниты – ГКс.

К полускальному комплексу грунтов относятся выщелоченные и слабононtronитизированные серпентиниты.

К скальному комплексу относятся серпентиниты слабозатронутые выветриванием: от трещиноватых до слаботрещиноватых (монолитных) разновидностей [6].

Таблица 5.3.1 - Средние значения физико-механических свойств руд месторождения

| Наименование руды | Объемный вес сырой руды, т/м ³ | Влажность естественная, % | Объемный вес руды при 105°С, т/м ³ | Плотность частиц грунта, г/см ³ | Пористость, % | Коэффициент пористости | Прочностные характеристики | | Рекомендуемые углы заложения откоса | Коэффициент разрыхления |
|---|---|---------------------------|---|--|---------------|------------------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| | | | | | | | Сцепление, кПа | Угол внутреннего трения, градус | | |
| Охры | 1,54 | 27,27 | 1,12 | 2,85 | 60,30 | 1,563 | 150 | 20 | 50 | 1,59 |
| Обохренные нонtronиты и нонtronитизированные серпентиниты | 1,61 | 24,7 | 1,20 | 2,85 | 57,90 | 1,333 | 150 | 20 | 50 | 1,60 |
| Нонtronиты и нонtronитизированные серпентиниты | 1,59 | 28,98 | 1,13 | 2,85 | | | 150 | 20 | 50 | 1,55 |
| Выщелоченные и слабононtronитизированные серпентиниты | 2,0 | 16,44 | 1,69 | 1,69 | 43,00 | 0,775 | 250 | 25 | 60 | 1,40 |
| Силицифицированные серпентиниты | 1,99 | 18,07 | 1,62 | 1,64 | 46,00 | 0,862 | 250 | 25 | 60 | 1,40 |
| Примечания | | | | | | | | | | |
| <p>Закономерность в изменении влажности и плотности скелета грунта в пределах выделенных слоев в массиве не наблюдается. Все грунты имеют твердую консистенцию. Для охр и охристо-кремнистых образований среднее значение предела раскатывания равно 29, число пластичности – 35, для нонtronитов соответственно 42 и 23, для серпентинитов выветрелых – 35 и 26.</p> | | | | | | | | | | |

6 ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

6.1 Методика и объемы выполненных работ

В процессе проведения детальной разведки в 1960-63 гг. были определены фильтрационные параметры водовмещающих пород двумя кустовыми откачками на три понижения каждая. Определены максимально возможные водопритоки дренажных вод. Установлены абсолютные отметки уровня подземных вод. Установлено, что воды имеют высокую минерализацию, минерализация и химический состав подземных вод по состоянию на 01.01.1964 г. изучены достаточно полно.

В 2007 г. были выполнены дополнительные работы.

Задачи гидрогеологических работ 2007 г. были следующие:

- определение местоположения уровня подземных вод на момент проведения полевых работ;
- уточнение произошедшего изменения фильтрационных характеристик с 1964 г. по 2007 г.;
- изменения минерализации и химического состава в период с 1964 г. по 2007 г.

В 2007 г. выполнен следующий объем работ, таблица 6.1.1.

Таблица 6.1.1 - Виды и объемы выполненных в 2007г. гидрогеологических работ

| Виды работ | Единицы измерения | Объем |
|---|----------------------|-----------------|
| 1. Колонковое бурение гидрогеологических скважин начальным диаметром 112 мм с разбуркой роторным способом диаметром 190 мм с обсадкой колонной диаметром 146 мм | <u>СКВ</u> п.м | <u>2</u> 100 |
| 2. Промывка-прокачка | бр.-см | 4 |
| 3. Пробная одиночная откачка электрическим погружным насосом | <u>отк</u> бр.-см | <u>2</u> 6 |
| 4. Наблюдения за восстановлением уровня | бр.-см | 3 |

6.2 Гидрогеологические условия месторождения

Палеозойский фундамент на месторождении перекрыт чехлом горизонтально залегающих кайнозойских отложений, представленных песками и глинами олигоцена, плиоценовыми и древнечетвертными глинами и современными образованиями. Рудовмещающими на месторождении являются образования кор выветривания, развитые по дунитовым серпентинитам верхнепалеозойского возраста.

Гидрогеологические условия района характеризуются прилагаемой к отчету гидрогеологической картой масштаба 1:200000, рисунок 6.2.1.

Гидрогеологические условия месторождения Бугетколь простые. Здесь распространен лишь один водоносный комплекс. Поэтому крупномасштабная гидрогеологическая карта месторождения не прилагается.

Для определения глубины залегания водоносного горизонта, качества воды и возможного водопритока в карьер на месторождении были проведены две опытные кустовые откачки при трех понижениях каждая.

В результате откачки на Северной залежи месторождения (куст №1) приток воды в центральную скважину составил 0,11 дм³/с, 0,21 дм³/с и 0,24 дм³/с соответственно при понижениях 0,5 м, 1,5 м и 2,6 м. При откачке на Южной залежи месторождения (куст №2) приток воды в центральную скважину составил 0,35 дм³/с, 0,52 дм³/с и 0,63 дм³/с при понижениях 2,3 м, 3,3 м и 3,92 м.

В результате проведенных работ на месторождении выделен один водоносный горизонт, который приурочен в основном к трещиноватым выщелоченным серпентинитам и частично к их коре выветривания. Воды напорные, уровень появления воды располагается на абсолютных отметках 281,5-284,0 м, а пьезометрический уровень воды на абсолютных отметках 289,0-292,0. Глубина залегания уровня подземных вод в зависимости от геоморфологического положения скважины колеблется от 16 до 44 м.

В процессе разведки месторождения производились замеры пьезометрического уровня воды в разведочных скважинах.

Средняя абсолютная отметка пьезометрического уровня воды для Северной залежи месторождения – 291,6 м, а для Южной залежи 291,0 м.

Из сопоставления абсолютных отметок подошвы рудных тел и пьезометрического уровня подземных вод Северной залежи месторождения установлено, что при отработке верхнего горизонта полезного ископаемого притока дренажных вод в карьер не будет. Приток дренажных вод в карьер будет только при отработке нижнего горизонта Северной залежи: здесь отмечается четыре разрозненные площади, где абсолютные отметки подошвы руды находятся ниже пьезометрического уровня воды. Максимальная площадь одного из таких участков равна 28000 кв.м, а средняя абсолютная отметка подошвы руды 281,6 м.

Из сопоставления абсолютных отметок подошвы руды и пьезометрического уровня воды Южной залежи установлено, что при отработке руды приток воды в карьер будет только на отдельных участках: здесь выделяются три участка, где абсолютные отметки подошвы руды находятся ниже пьезометрического уровня воды. Причем третий участок является обособленным в пределах Южной залежи месторождения. Максимальная площадь наибольшего участка равна 32000 м², а средняя абсолютная отметка подошвы руды – 280,0 м.

Общие запасы обводненных руд на месторождении составляют 97200 м³ или 13,3% от общих геологических запасов, исходя из пересчета запасов от 2008 года.

Подземные воды месторождения хлоридные натриево-магниевые типа, соленые, сухой остаток колеблется в пределах от 12,7 г/дм³ до 3 г/дм³. Наблюдается уменьшение минерализации вод к югу месторождения. Так в северной части месторождения (куст №1) сухой остаток воды 12741 мг/дм³, общая жесткость 110,92 мг-экв/дм³, постоянная – 110,17 мг-экв/дм³, а в южной части (куст №2) – минерализация 3008 мг/дм³, жесткость общая 23,93 мг-экв/дм³, постоянная – 22,28 мг-экв/дм³.

Поверхностных водоемов и выходов источников подземных вод на месторождении не имеется [6].

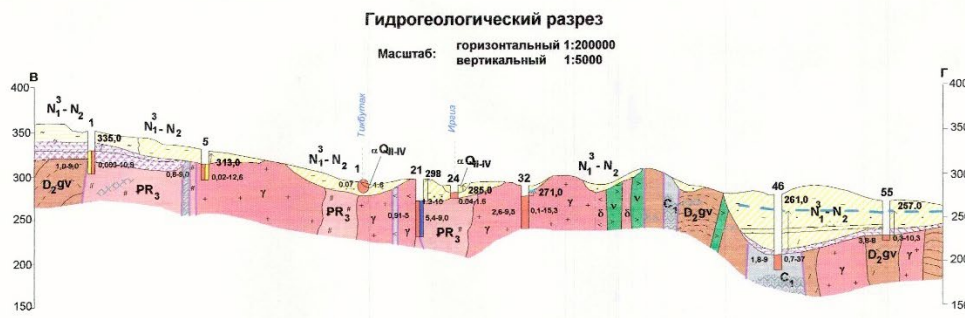
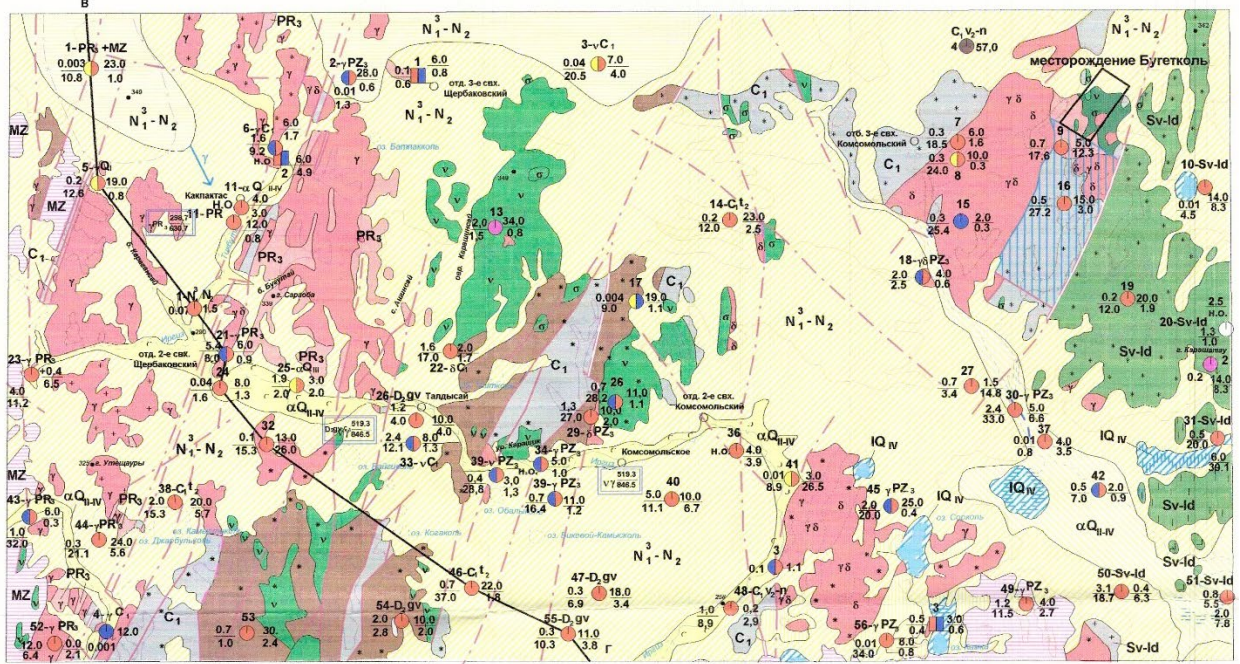


Рисунок 6.2.1 – Гидрогеологическая карта района работ

7 ЗАПАСЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Согласно договору № 1-SA-2024 от 26.04.2024 по составлению плана горных работ месторождения никель-кобальтовых руд Бугетколь в Айтекебийском районе Актюбинской области был произведен предварительный подсчет Минеральных Ресурсов и Запасов. 3D модель была построена в соответствии с условиями договора и с целью верификации предыдущего подсчета, выполненного ручным методом. В результате была достигнута хорошая сходимость данных. Для дальнейшей работы, включая оптимизацию карьера и создание календарного графика, была принята блочная модель.

За основу была взята переданная заказчиком оцифрованная с исторических данных отчетов 1964 г. и 2008 г. база данных.

После проведения проверки исходных данных на типовые ошибки, была построена геологическая и блочная 3D модели с использованием ПО Leapfrog.

Рудные модели были построены повариантно с применением различных бортовых содержаний: 0.5, 0.6, 0.7, 0.8%.

За основу было принято бортовое содержание 0.7%, так как применяя данное бортовое содержание удается достичь среднего содержания, удовлетворяющее потребности перерабатывающего комплекса. Бортовое содержание 0.5% было решено складировать на складе забалансовых руд, в случае уменьшения себестоимости и увеличения выхода на ГМЗ, складированные забалансовые руды будут переработаны по завершению переработки основной руды, согласно календарному графику.

Данные модели послужили основой для дальнейшей оптимизации карьера, построения инженерного карьера и получении календарного графика (LOM).

7.1 База данных

Основой для 3D моделирования послужила предоставленная заказчиком база данных в формате .xls составленная по материалам отчетов 1964 г. и 2008 г. База данных была проверена на типовые ошибки:

- перекрытие интервалов – ошибок нет;
- от>до – ошибок нет;
- интервал ниже общей глубины скважины – ошибок нет;
- повторяющиеся интервалы – ошибок нет.

На рисунке 7.1.1 представлены скважины в пространстве на каркасе топоповерхности.

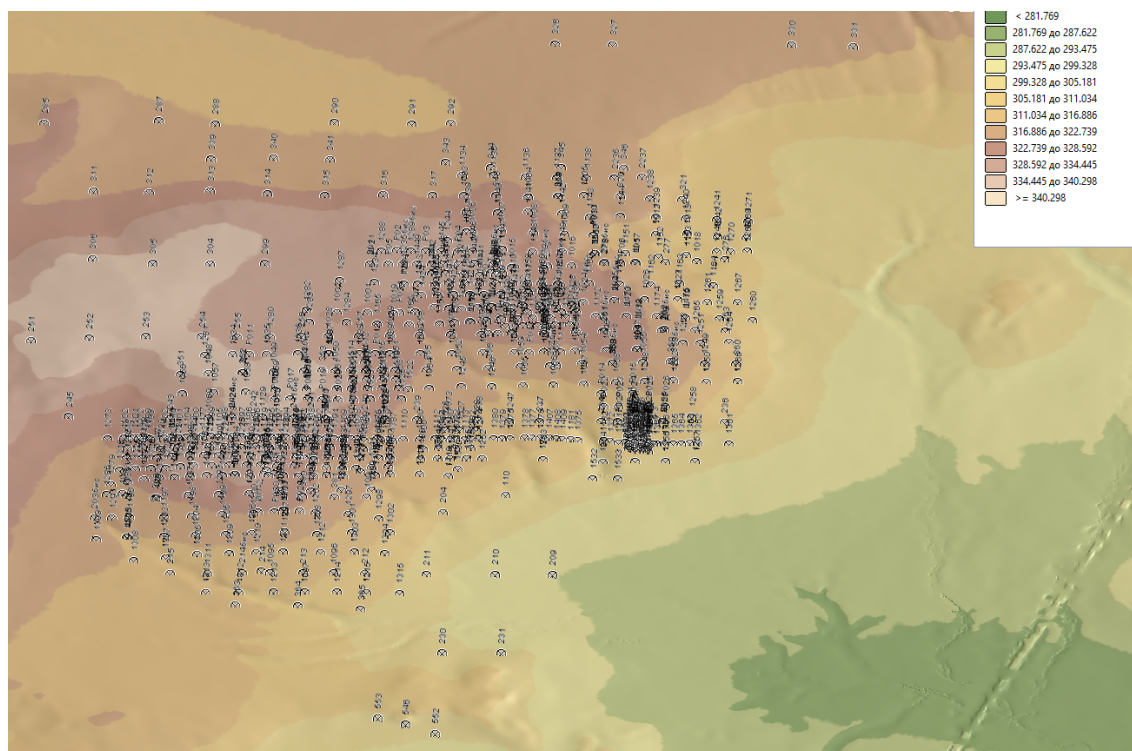


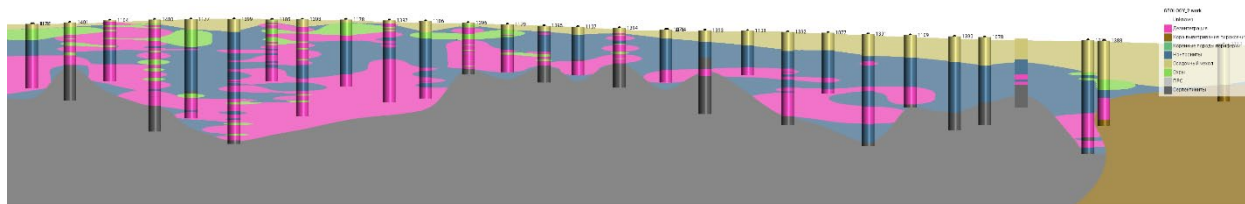
Рисунок 7.1.1 – Скважины в пространстве

7.2 Геологическая модель

Модель, отражающая геологическое строение месторождения, была построена в ПО **LeapFrog Geo**. Для построения геологической модели, использовано разделение литологических кодов следующим образом:

Таблица 7.2.1 – Объединение литологических кодов

| Исходный код | Литотип | Примечание |
|--|-----------------------------------|---|
| 0 | ПРС | |
| 700, 70000, 70000, 700000 | Осадочный чехол | Современные и Олигоценовые седименты |
| 1, 15 | Охры | Кора выветривания серпентинитов |
| 215, 25, 21, 2, 24 | Нонтрониты | |
| 35, 32, 36 | Дезинтегрированные серпентиниты | |
| 37, 38, 39, 3 | Серпентиниты | Коренные серпентиниты |
| 40, 42, 46, 440, 446, 4440, 4446, 44440, 44446 | Кора выветривания пород периферии | Кора выветривания пироксенитов, дунитов, диабазов, габбро, сланцев |
| 49, 4, 449, 44, 4449, 444, 44449, 4444 | Коренные породы периферии | Коренные пироксениты, дуниты, диабазы, габбро, метаморфические сланцы |

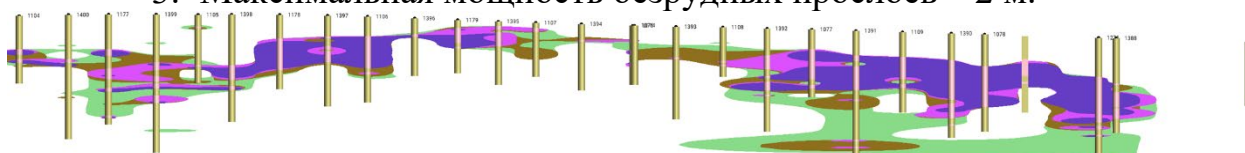


**Рисунок 7.2.1 – 3D геологическая модель по разрезу XVI
(приложение А)**

7.3 Моделирование минерализации

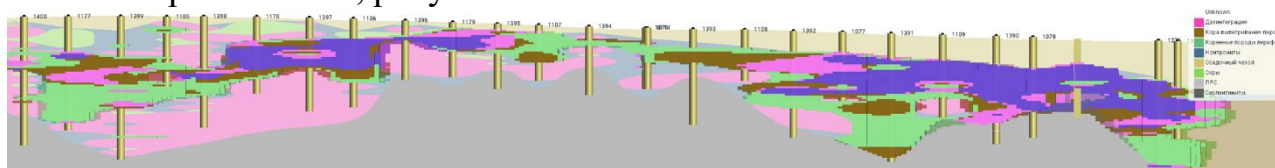
С целью построения модели минерализации и обоснования выбора бортового содержания, были выбраны следующие кондиционные параметры:

1. Бортовые содержания – 0.5; 0.6; 0.7; 0.8%;
2. Минимальная мощность рудных тел – 1 м;
3. Максимальная мощность безрудных прослоев – 2 м.



**Рисунок 7.3.1 – Каркасы зоны минерализации по различным
бортовым содержаниям (приложение А)**

Принимая во внимание специфику программного продукта, модель зоны минерализации имеет чрезмерно экстраполированные границы, данная геологическая модель также послужила ограничителями в блочной модели. Так блоки с минерализацией обрезались литологическим кодом ПРС, осадочный чехол и серпентиниты, рисунок 7.3.2.



**Рисунок 7.3.2 – Блочная модель по различным бортовым
содержаниям с подложкой из геологической каркасной модели
(приложение А)**

В результате проведенного моделирования зон минерализации удалось достичь приемлемого результата, однако полученная модель нуждалась в дальнейшей доработке уже ручным в блочной модели, в ПО Micromine. Также при построении моделей по различным бортовым содержаниям удалось установить наиболее приемлемый уровень бортового содержания в размере 0.7%, что подтверждает график зависимости тоннажа от содержаний, рисунок 7.3.3.

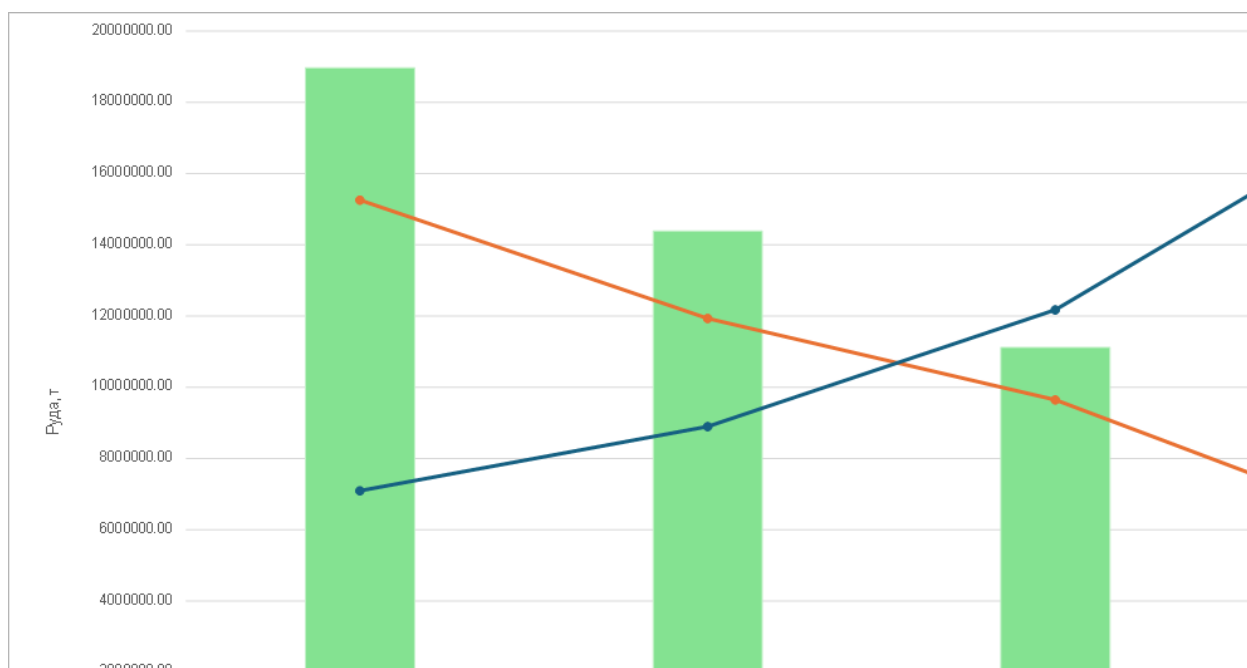


Рисунок 7.3.3 – График зависимости тоннажа от содержаний

Бортовое содержание 0.7% позволяет достичь необходимые показатели количества металла и среднего содержания металла в руде при подаче на фабрику.

7.4 Блочное моделирование

Для построения блочной модели использовались следующие параметры:

| | Исходная точка | Размер | Материнский блок | Субблок |
|----------|----------------|--------|------------------|---------|
| X | 2781.059 | 2350 | 25 | 10 |
| Y | 8730.029 | 2575 | 25 | 10 |
| Z | 352.954 | 140 | 1 | 0.5 |

Выбор параметров выполнялся с учетом: плотности разведочной сети, характеристики геологической структуры месторождения, сложности конфигурации границ рудных тел, пространственной изменчивости содержаний и системы отработки.

7.5 Геостатистический анализ

После проведение базовой статистики, составления композитных рудных интервалов, был выполнен геостатистический анализ (вариография) показателей содержания. Получены вариограммы для основных направлений анизотропии показателей содержания по направлениям большой оси, большой полуоси и малой оси.

После выбора направлений (по общему падению и простиранию зоны), была сформирована скважинная вариограмма для оценки неравномерности

распределения содержания на малых по мощности интервалах и проверки на наличие эффекта самородка. Затем, были сформированы вариограммы для трех основных направлений, рисунок 7.5.1.

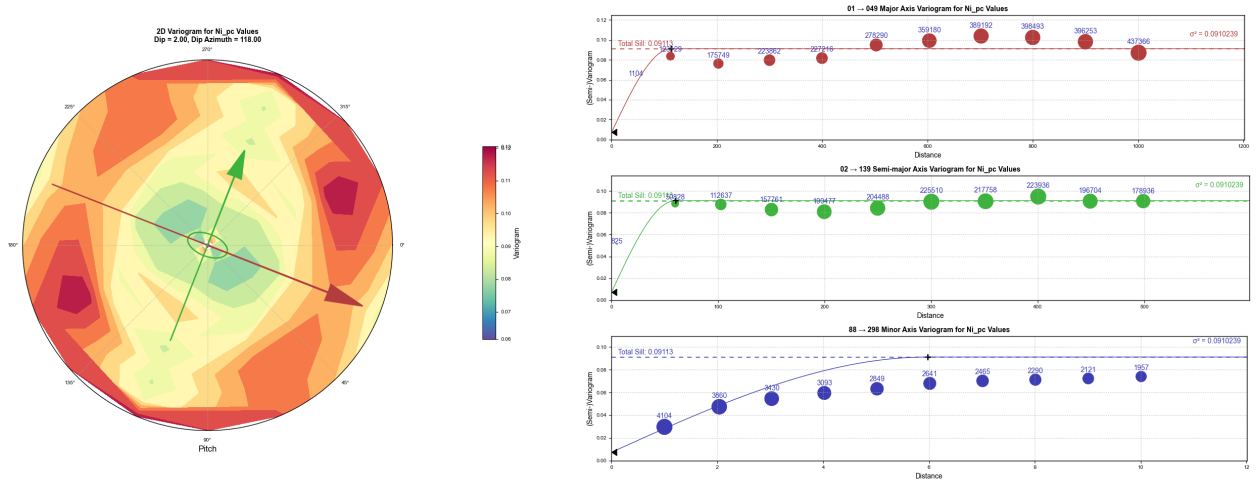


Рисунок 7.5.1 – Вариограмма зоны минерализации

7.6 Интерполяция

Чтобы избежать влияние данных по соседним скважинам было произведено разделение зон минерализации на отдельные тела. Интерполяция производилась в каждое тело отдельно. Основным интерполяционным методом выступил ординарный кригинг (использовалось три прогона путем постепенно увеличения радиуса поиска эллипсоида), в телах, которые были представлены крайне малым количеством проб, был использован метод обратных расстояний одним прогоном. Параметры интерполяции представлены в таблице 7.6.1.

Таблица 7.6.1 – Интерполяционные параметры

| Прогон | Дискретизация | Размер эллипсоида | | | Мин. проб | Макс. проб | Макс. проб на сектор | Мин. Пустых секторов |
|--------|---------------|-------------------|--------|-------|-----------|------------|----------------------|----------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | | | | |
| 1 | 3*3*3 | 74.44 | 39.96 | 3.96 | 4 | 20 | 7 | 1 |
| 2 | 3*3*3 | 112.80 | 59.82 | 5.97 | 2 | 20 | 7 | 2 |
| 3 | 3*3*3 | 1120.80 | 590.82 | 50.97 | 1 | 20 | 7 | 3 |

7.7 SWATH-Plot

Графики Swath позволяют сравнивать тренды в исходном файле рудных интервалов и оценённых блоках. Они способствуют проведению детального анализа распределения показателей содержания никеля по всему месторождению вдоль простирания и на глубину по падению для выявления всех расхождений между значениями для композитных рудных интервалов и данными модели. Кроме того, они позволяют определять тенденции изменения показателей содержания никеля и кобальта по всему

месторождению для принятия соответствующих корректирующих мер (например, для корректировки расчетных доменов или параметров оценки).

Для создания графиков рассчитывалось среднее значение содержания никеля как по рудным интервалам, так и по модели в пределах коридора приращения.

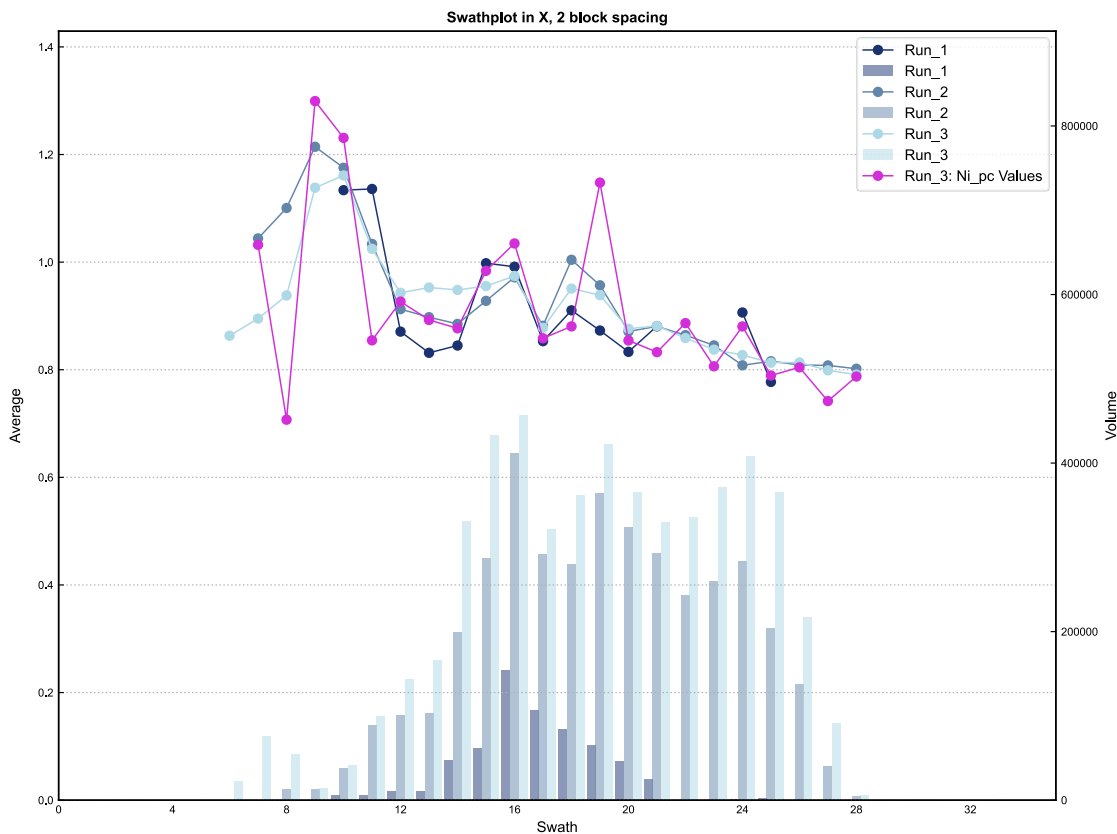


Рисунок 7.7.1 – Swath-Plot по оси X

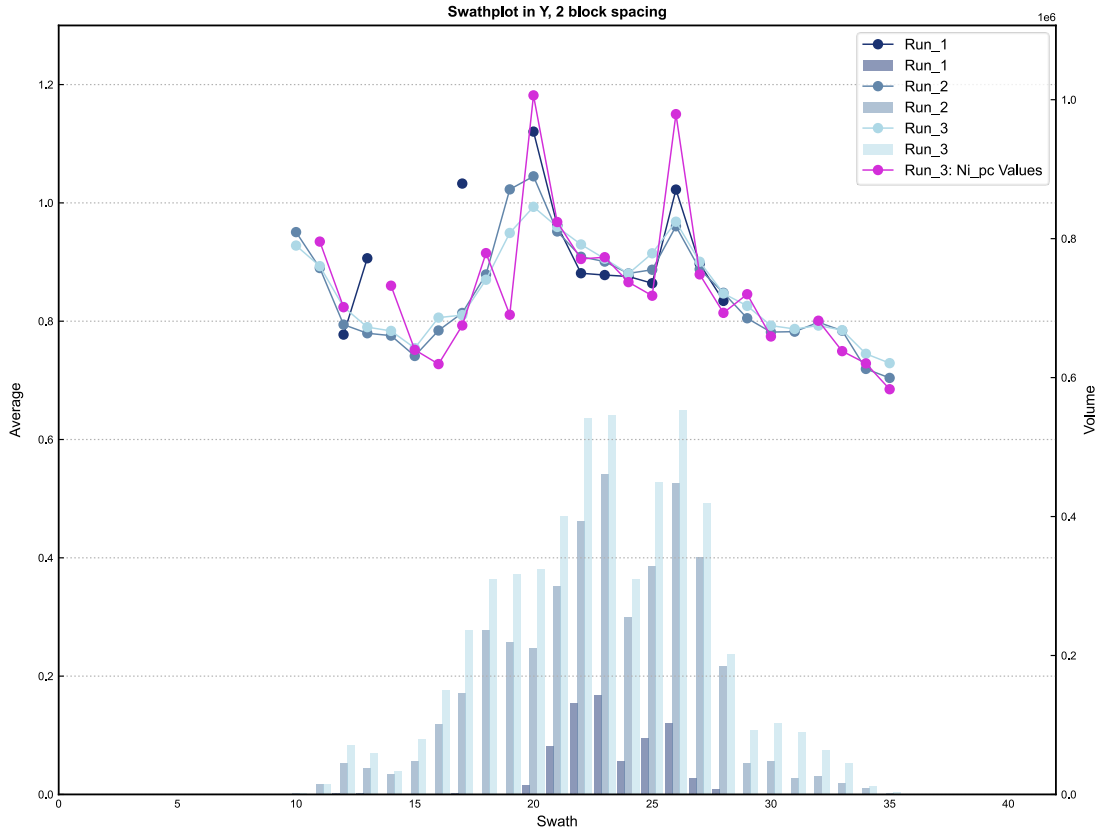


Рисунок 7.7.2 - Swath-Plot по оси Y

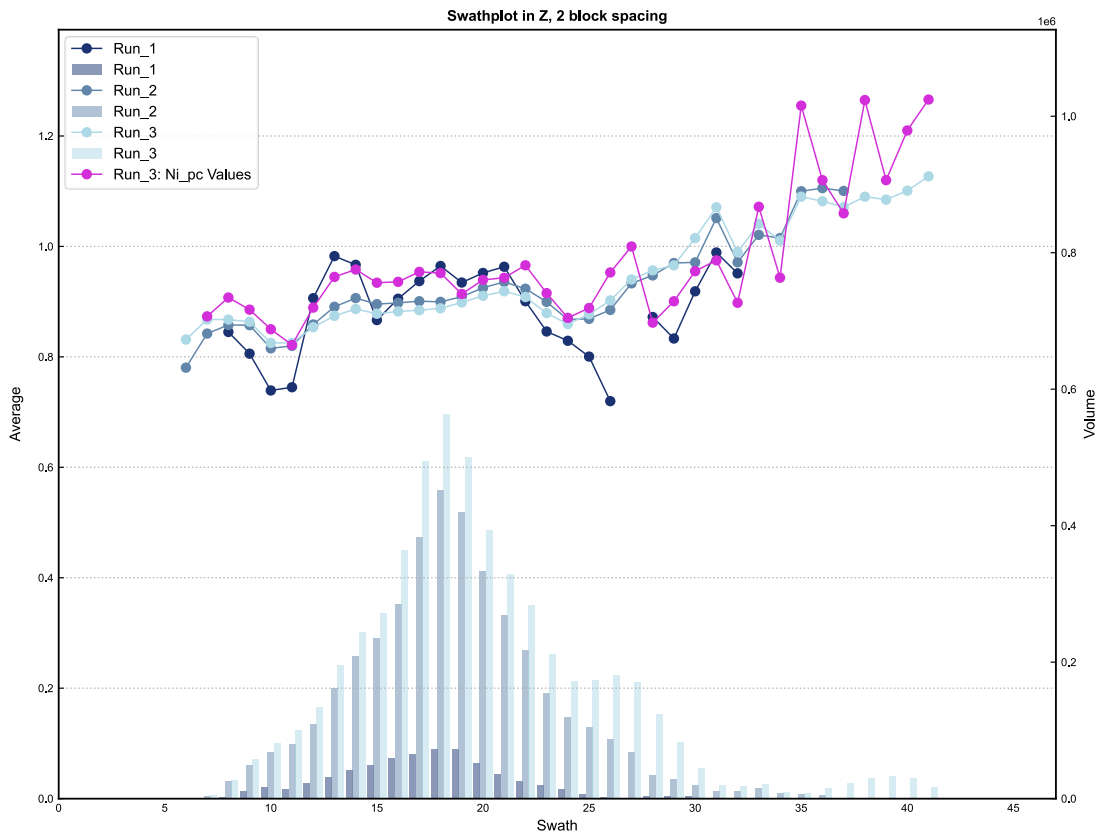


Рисунок 7.7.3 - Swath-Plot по оси Z

7.8 Результаты моделирования

В результате моделирования было принято решение остановиться на бортовом содержании 0,7%. Также было принято решение при отработке руды с бортовым содержанием 0,5% складировать её отдельно на склад забалансовой руды для возможного последующего использования. Это решение основывалось на анализе рентабельности и возможных перспектив увеличения стоимости металла и снижение стоимости переработки в будущем.

Результаты моделирования с использованием каркасов по различным бортовым содержаниям без применения классификации показаны в таблице 7.8.1.

Таблица 7.8.1 – Результаты моделирования по различным бортовым содержаниям (всего в модели) без классификации

| Бортовое содержание | Тоннаж, тыс.т. | Среднее содержание, % (Ni) | Металл, тыс.т. (Ni) | Среднее содержание, % (Co) | Металл, тыс.т. (Co) |
|---------------------|----------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| 0.5 | 41 653.93 | 0.73 | 303.24 | 0.038 | 15.88 |
| 0.6 | 18 701.67 | 0.81 | 151.98 | 0.040 | 7.52 |
| 0.7 | 13 284.79 | 0.91 | 121.47 | 0.044 | 5.79 |
| 0.8 | 6 687.54 | 0.93 | 62.51 | 0.044 | 2.96 |

В дальнейшем предварительная классификация проводилась ручным методом в ПО Micromine. Выявленные минеральные ресурсы выделялись исходя из следующих критериев:

- количество скважин в профиле – более 2;
- количество профилей, прослеживающих рудное тело – более 2;
- соблюдения выдержанности сети при подсечении рудного тела по простиранию и падению.

Каждый каркас зоны минерализации просматривался отдельно на предмет количества рудных пересечений и густоты геологоразведочной сети.

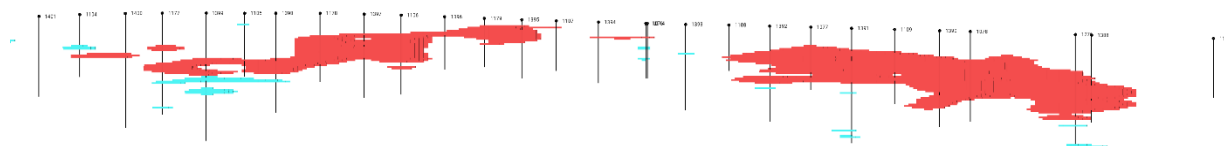


Рисунок 7.8.1 – Предварительная классификация Минеральных Ресурсов (красный – выявленные, голубой – предполагаемые) (приложение А)

Таблица 7.8.2 – Результаты моделирования по бортовому содержанию 0.5% с применением предварительной классификации Минеральных Ресурсов

| Категория | Тоннаж, тыс.т. | Среднее содержание, % (Ni) | Металл, тыс.т. (Ni) | Среднее содержание, % (Co) | Металл, тыс.т. (Co) |
|----------------|----------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Выявленные | 34349.5 | 0.72 | 248.74 | 0.038 | 13.05 |
| Предполагаемые | 7304.43 | 0.75 | 54.50 | 0.039 | 2.83 |

Таблица 7.8.3 – Результаты моделирования по бортовому содержанию 0.7% с применением предварительной классификации Минеральных Ресурсов

| Категория | Тоннаж, тыс.т. | Среднее содержание, % (Ni) | Металл, тыс.т. (Ni) | Среднее содержание, % (Co) | Металл, тыс.т. (Co) |
|----------------|----------------|----------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| Выявленные | 11493.94 | 0.928 | 106.63 | 0.045 | 5.18 |
| Предполагаемые | 1790.85 | 0.83 | 14.84 | 0.034 | 0.61 |

Также произведено сопоставление геологических запасов числящихся на балансе ГКЗ с результатами 3D моделирования, таблица 7.8.4.

Таблица 7.8.4 – Сопоставление запасов числящихся на балансе ГКЗ с результатами 3D моделирования

| Показатели | ТЭО, 2008 года | Предварительные Ресурсы в 3D модели | Абсолютная разница, т. | Относительная разница, % |
|------------------------|----------------|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|
| Влажная руда, тыс.т | 13 952 | 15 677.73 | 1 725.73 | 11.01 |
| Сухая руда, тыс.т | 10 225 | 11 493.94 | 1 268.94 | 11.04 |
| Металл, никель, т | 101 208 | 106 630.00 | 5 422.00 | 5.08 |
| Металл, кобальт, т | 4 795 | 5 180.00 | 385.00 | 7.43 |
| Содержание, % | | | | |
| <i>во влажной руде</i> | | | | |
| никеля | 0.73 | 0.68 | -0.05 | -7.35 |
| кобальта | 0.034 | 0.032 | -0.002 | -6.25 |
| <i>в сухой руде</i> | | | | |
| никеля | 0.99 | 0.93 | -0.06 | -6.45 |
| кобальта | 0.046 | 0.045 | -0.001 | -2.22 |

Как видно из таблицы 7.8.4, полученные расхождения не столь велики и находятся в пределах 10%, что свидетельствует о достаточно высокой точности 3D моделирования. Абсолютные и относительные разницы между значениями можно объяснить различием методов подсчета и погрешностью моделирования. Для детального планирования рекомендуется проведение эксплоразведочных работ и внедрение модели Grade-control.

8 ВЫВОДЫ

В рамках выполнения работ по составлению плана горных работ месторождения Бугетколь, специалистами ТОО «Два Кей» была произведена предварительная оценка минеральных ресурсов в соответствии с кодексом KAZRC.

Оценка основана на данных трехмерных каркасных и блочных моделей, которые в полной мере отображают геологическое строение месторождений, а также, непрерывность зон минерализации.

Возможности, предоставляемые современными ПО, позволили произвести интерполяцию различными методиками, а также, выбрать наиболее подходящую методику под данный тип месторождения.

О качестве проведенного блочного моделирования указывают высокие заверочные показатели, а также незначительные расхождения между запасами утвержденными ГКЗ СССР.

Проведение оптимизации карьеров, описанные в книге 2, позволило выявить оптимальные предельные оболочки с экономической точки зрения, а также, составить предварительный календарный график.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

| | |
|----------------|--|
| KAZRC | Казахстанский Кодекс Отчетности о Результатах Геологоразведочных Работ, Ресурсах Твердых Полезных Ископаемых и Запасах Руд |
| БД | База данных |
| ГИС | Геофизические исследования в скважинах |
| ГРР | Геологоразведочные работы |
| ПО | Программное обеспечение |
| БМ | Блочное моделирование |
| ГКЗ РК | Государственная комиссия по запасам Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан |
| ОК | Ординарный кригинг |
| ЦМП | Цифровая модель поверхности |
| НИР | Научно-исследовательская работа |
| МИИР РК | Министерство индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан |
| ОВОС | Оценка воздействия на окружающую среду |
| ТЭО | Технико-экономическое обоснование |
| ФЭМ | Финансово-экономическая модель |
| ЛОМ | Life of Mine. График развития горных работ |

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Нормативно-правовые акты

1. Кодекс Республики Казахстан «О недрах и недропользовании» от 27.12. 2017 года №125-VI ЗРК (с изменениями и дополнениями по состоянию на 18.11.2022г.);
2. Кодекс Республики Казахстан «О налогах и других обязательных платежах в бюджет» (Налоговый кодекс) (с изменениями и дополнениями по состоянию на 11.07.2022г.);
3. Кодекс Республики Казахстан от 2 января 2021 года № 400-VI «Экологический кодекс Республики Казахстан» с изменениями и дополнениями от 27.12.2021 г.;
4. Казахстанский кодекс публичной отчетности о результатах геологоразведочных работ, минеральных ресурсах и минеральных запасах (Кодекс KAZRC), 2017 г;
5. Форма отчетов о результатах геологоразведочных работ, минеральных ресурсах и минеральных запасах, подготавливаемых в соответствии с Кодексом KAZRC;

Отчеты предшественников

6. Техничко-экономическое обоснование (ТЭО) промышленных кондиций на никель-кобальтовые руды месторождения Бугеткольское (Актюбинская область), Алматы, 2008;
7. Ситников В.М., Пономарев В.В., Усолкин О.П. Подсчет запасов силикатных никель-кобальтовых руд Бугеткольского месторождения на 01.01.1964 года, в 4-х томах;

ПРИЛОЖЕНИЕ А

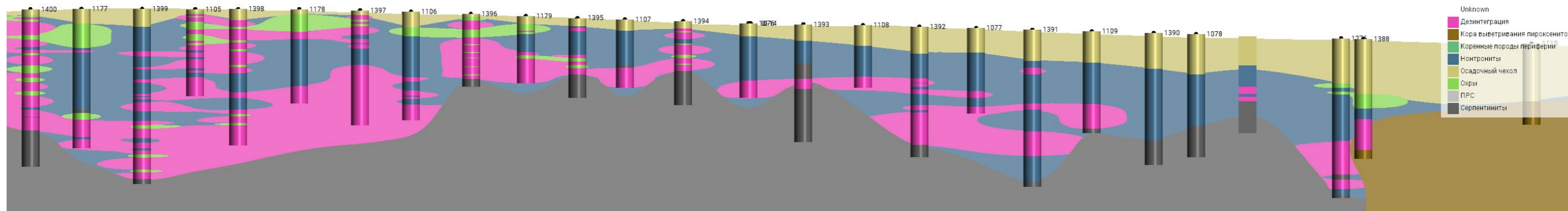


Рисунок 7.2.1 – 3D геологическая модель по разрезу XVI

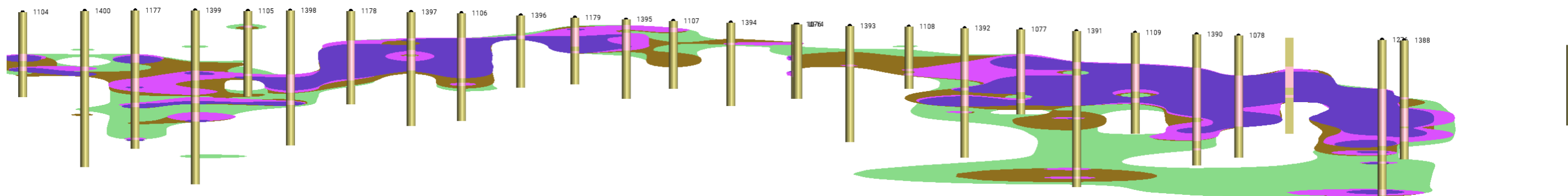


Рисунок 7.3.1 – Каркасы зоны минерализации по различным бортовым содержаниям

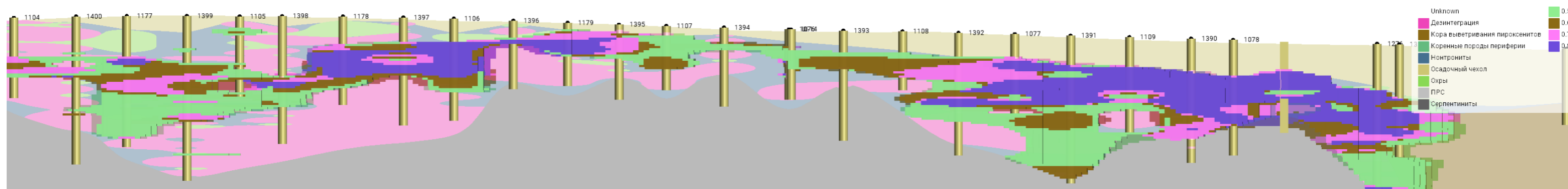


Рисунок 7.3.2 – Блочная модель по различным бортовым содержаниям с подложкой из геологической каркасной модели

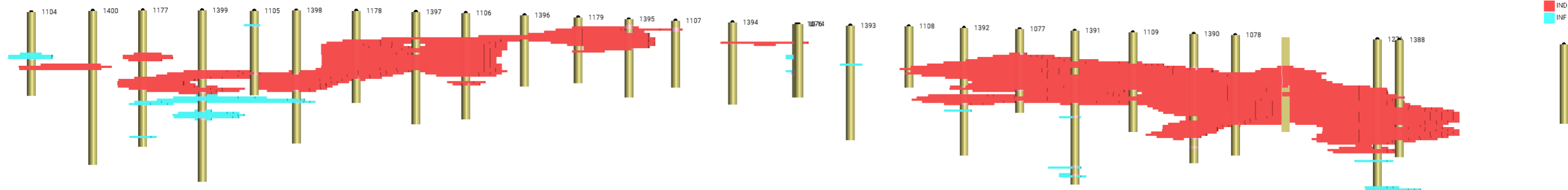


Рисунок 7.8.1 – Предварительная классификация Минеральных Ресурсов (красный – выявленные, голубой – предполагаемые)