

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Институт геологии и нефтегазового дела имени К.Турысова

Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений
полезных ископаемых

Туғамбай Сымбат Шаралықызы

Особенности формирования Cu-Ni рудной минерализации на месторождении
Южный Максут

.

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Специальность 7М07206 – Геология и разведка месторождений твердых по-
лезных ископаемых

Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Институт геологии и нефтегазового дела имени К.Турысова
Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений
полезных ископаемых

УДК 553.08

На правах рукописи

Туғамбай Сымбат Шаралықызы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание академической степени магистра

Название диссертации Особенности формирования Cu-Ni рудной
минерализации на месторождении
Южный Максут
Направление подготовки 7M07206 – Геология и разведка
месторождений твердых полезных
ископаемых

Научный руководитель
К.Г.-м.н, сениор-лектор

 Асубаева С.К.
«14»июня 2022 г.

Рецензент
Доктор PhD, старший научный
сотрудник ИГНим.К.И. Сатпева

 Р.Т. Баратов
«14»июня 2022 г.

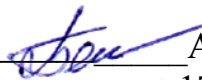
Нормоконтролер
Доктор Phd , сениор-лектор
кафедры ГСПиРМПИ

 Г.М.Омарова
«09»июня 2022 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой Заве-
дующий кафедрой ГСПиРМПИ
ассоциированный профессор,
доктор PhD
 А.А. Бекботаева
«17» июня 2022 г.

Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН
Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева
Институт геологии и нефтегазового дела имени К.Турысова
Кафедра геологической съемки, поисков и разведки месторождений
полезных ископаемых
7М07206 – «Геология и разведка месторождений твердых полезных
ископаемых»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой ГСПиРМПИ
ассоциированный профессор,
доктор PhD
 А.А. Бекботаева
«17» июня 2021 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Тугамбай Сымбат Шаралықызы

Тема: Особенности формирования Cu-Ni рудной минерализации на месторождении Южный Максут

Утверждена приказом руководителя университета № 2028-М от 03.11.2020 г.
Срок сдачи законченной работы «21» июня 2022 г.

Перечень подлежащих разработке в магистерской диссертации вопросов:

- а) Изучение особенностей формирования минеральных ассоциаций и особенностей их распределения на месторождении и в пределах отдельных рудных тел;
- б) Исследование минерального состава рудных тел, выявление главных минералов-концентраторов никель-меди и закономерностей их распределения, нахождения с применением современных электронно-микроскопических методов;
- в) изучение вещественного состава руд;

Рекомендуемая основная литература:

- 1 Справочник. Месторождения меди Казахстана. Минеральные ресурсы Казахстана. Авторы: Х.А.Беспаев, В.А.Глоба, В.М. Абишев, Н.Я Гуляева. Алматы.1997. 154 с.
- 2 Крейтер В.М. «Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых» М. Госгеолтехиздат.
- 3Справочник. «Месторождения хрома, никеля, кобальта, ванадия Казахстана». Минеральные ресурсы Казахстана. Алматы 1998. 156 с.

ГРАФИК

подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультатам	Примечание
Геологическое строение месторождения	03.02.2022	
Петрографические и минералогические особенности месторождения	23.02.2022	
Изучение вещественного состава руд	16.04.2022	
Особенности формирования рудной минерализации	23.04.2022	
Заключение	15.05.2022	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную магистерскую диссертацию с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч.степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Геологическое строение месторождения	Научный руководитель к.г.м.н., лектор кафедры ГСПиРМПИ С.К. Асубаева	01.02.2022	
Петрографические и минералогические особенности месторождения	Научный руководитель к.г.м.н., лектор кафедры ГСПиРМПИ С.К. Асубаева	22.02.2022	
Изучение вещественного состава руд	Научный руководитель к.г.м.н., лектор кафедры ГСПиРМПИ С.К. Асубаева	15.04.2022	
Особенности формирования рудной минерализации	Научный руководитель к.г.м.н., лектор кафедры ГСПиРМПИ С.К. Асубаева	23.04.2022	
Нормоконтролёр	ДокторPhd, сениор-лектор кафедры ГСПиРМПИ Г.М.Омарова	14.06.2022	

Научный руководитель



Асубаева С.К.

Задание принял к исполнению магистрант



Туғамбай С.Ш.

Дата

«14» июня 2022 г.

АННОТАЦИЯ

Настоящая диссертационная работа состоит из: задания, введения, глав, заключения и списка литературы.

В работе описывается петрологические, минералогические описания медно-никелевого месторождения Южный Максуд. Так же, можно отметить, что особое внимание уделено на особенностей формирования медно-никелевой минерализации. В целом месторождения состоит из медно-никелевых руд.

Разведанные на участке Южный Максуд медно-никелевые руды разделяются на первичные сингенетические и эпигенетические и относятся к медно-никелевому промышленному типу. Сульфидные минералы образовались в результате магматических процессов с наложением гидротермальных.

Основными рудными минералами в первичных сингенетических рудах, в порядке убывания, являются: пирротин, ильменит, халькопирит, пентландит, виоларит, магнетит и титаномагнетит, пирит. К второстепенным рудным минералам относятся галенит, сфалерит, марказит, миллерит, в единичных случаях встречается мельниковит-пирит.

АҢДАТПА

Осы диссертациялық жұмыс тапсырмадан, кіріспеден, тараулардан, қорытындыдан және әдебиеттер тізімінен тұрады.

Жұмыста Оңтүстік Мақсұт мыс никель кенорнының петрологиялық, минералогиялық сипаттамалары сипатталған. Сондай-ақ, мыс-никель минералдануының жаралу ерекшеліктеріне ерекше назар аударылғанын атап өтуге болады. Жалпы кенорын мыс-никель рудасынан тұрады.

Оңтүстік Мақсұт учаскесінде барланған мыс-никель кендері бастапқы сингенетикалық және эпигенетикалық болып бөлінеді және мыс-никель өнеркәсіптік типіне жатады. Сульфидті минералдар гидротермальды қабаттасумен магмалық процестер нәтижесінде пайда болған.

Бастапқы сингенетикалық кендеріндегі негізгі кен минералдары: пирротин, ильменит, халькопирит, пентландит, виоларит, магнетит және титаномагнетит, пирит жатады. Ал екінші руда минералдарына галенит, сфалерит, марказит, миллерит жатады, сирек жағдайларда мельниковит-пирит кездеседі.

ANNOTATION

This dissertation consists of assignment, introduction, chapters, conclusion and list of references.

The paper describes petrological, mineralogical descriptions of the copper-nickel deposit South Maksut. Also, it can be noted that special attention is paid to the peculiarities of the formation of copper-nickel mineralization. In general, the deposits consist of copper-nickel ores. The copper-nickel ores explored at the Southern Maksut site are divided into primary syngenetic and epigenetic and belong to the copper-nickel industrial type. Sulfide minerals were formed as a result of magmatic processes with the superposition of hydrothermal. The main ore minerals in the primary syn genetically.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1. Геологическое строение месторождения Южный Максуд	11
1.1 Тектоника района	18
1.2 Магматизм района	18
1.3 Стратиграфия района	20
2. История изучения месторождения	22
3. Геофизическая характеристика рудного поля	27
4. Петрографические и минералогические особенности месторождения	
Южный Максуд	34
4.1 Петрографический состав	35
4.2 Минералогический состав	37
5. Изучение вещественного состава руд и особенности формирования рудной минерализации	49
Заключение	51
Список использованной литературы	52
Приложение А	54
Приложение Б	56

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. В настоящее время никель и медь входят в состав материалов, используемых в различных областях промышленности: от нефтедобывающей до ядерной. Таким образом, спрос на провода и кабель является основным фактором, формирующим спрос на медь на мировом рынке и составляет порядка 75%. На мировом рынке цветных металлов, медь является одним из самых привлекательных, благодаря своей конъюнктуре, и быстрорастущих металлов.

Цель работы. Основной целью диссертационной работы заключается в изучении геологических, геохимических, петрологических, минералогических данных для месторождения Южный Максут для проведения дополнительных исследований вещественного состава руд и выявления особенностей формирования медно-никелевой минерализации месторождений с тем, чтобы получить дополнительные знания по формированию медно-никелевого месторождения.

Предметом исследования является медно-никелевое месторождение Южный Максут.

Фактический материал. Диссертация написана на основе изученных материалов по геологическому строению месторождения и дополнительных материалов, предоставленных компаниями и предприятиями по геологоразведочным работам Восточного Казахстана. Для исследования были взяты образцы керна скважин, а также были подготовлены аншлифы и шлифы месторождения Южный Максут.

Новизна работы. В процессе подготовки диссертации на основе опубликованных и собственных данных, а также материалов из фондов геологической информации была описана детальная минералогическая и петрографическая характеристика руд и вмещающих пород кроме того исследования по формированию медно-никелевого месторождения Южный Максут.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 3 статьи: в научно-исследовательском издании Казахского Национального Исследовательского Технического Университета имени К. И. Сатпаева «Сатпаевские чтения», в Международной научно-практической конференций «Фундаментальные и прикладные аспекты геологии, экологии и химии с использованием современных образовательных технологий», посвященной 55-летию и Памяти ученого, горного инженера геолога, кандидата геолого-минералогических наук, профессора РАЕ, академика МАИ РК, член-корреспондента АМР РК Темирхан Ниязовича Жаркинбекова.

Составная часть и объем магистерской диссертации. Диссертация написана на 56 страницах компьютерного текстового набора и состоит из аннотации, содержания диссертации, введения, пяти глав, заключения и списка использованной литературы, включающих 17 наименований.

1 Геологическое строение месторождения Южный Максут

Административно месторождение Максут расположено в Абайском районе Восточно-Казахстанской (бывшей Семипалатинской) области, на территории листа М-44-89-А-б, в 107 км к югу от г. Семей, в 60 км к северо-западу от ж.д.станции Чарск (г. Шар), в северо-западной части Зайсан-Гобийского пояса, в пределах Жарма-Саурской структурно-формационной зоны герцинид Восточного Казахстана. Координаты центра участка Южный Максут: $49^{\circ}31'$ с. ш. и $80^{\circ}10'$ в. д. Ближайшие населенные пункты - пос. Каскабулак, Борлы и Жайма расположены соответственно в 20км на запад, в 16км к северо-западу и в 30 км к северо-востоку от месторождения (Рисунок - 1). Все перечисленные выше населенные пункты связаны между собой проселочными дорогами, а село Каскабулак связано с г.Семей асфальтированным шоссе.

Район месторождения характеризуется степным и полупустынным ландшафтами. Рельеф мелкоопочный, слабо расчлененный, с абсолютными отметками до 500м и относительными превышениями 30-50м. Обнаженность района удовлетворительная. Сейсмичность, оползни, карстовые явления, мерзлотность, а также эоловые формы рельефа для района не характерны.



Рисунок 1 - Обзорная карта района месторождения

Месторождение входит в ареал развития Cu-Ni оруденения, широко проявленного в Западной Монголии и Северном Китае. В геологическом

строении месторождения принимают участие две рудоносные габброидные интрузии –Северный и Южный Максут площадью 6 и 2.5 км² (Рисунок 1.1).

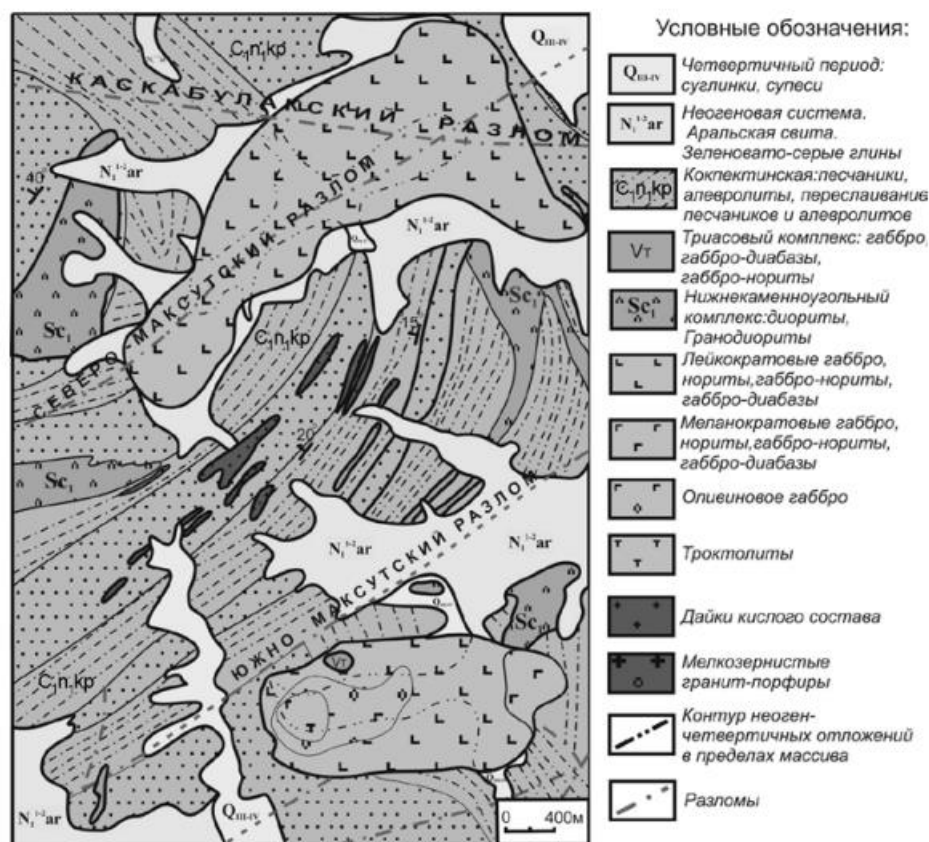


Рисунок 1.1 - Геологическая схема месторождения Максут (по неопубликованным материалам Ю. А. Антонова, Б. В. Александрова, Г. В. Шестакова).

Структурно район работ расположен в центральной части Западно-Калбинской структурно-формационной зоны, вблизи сопряжения ее с Жарма-Саурской зоной. Месторождение Максут расположено в пределах Жарминского синклиория, сложенного терригенно-осадочными образованиями каменноугольного возраста, приуроченными к периклинальному замыканию Жартасской синклинали. В геологическом строении принимают участие осадочные отложения нижнего и среднего карбона, которые прорываются интрузивными образованиями нижнекаменноугольной вулканоплутонической ассоциации, аргимбаевского интрузивного комплекса и дайками диоритов условно относимых к триасовому комплексу. В мезозойское время осадочные породы нижнего и среднего карбона, а также магматические образования подверглись выветриванию с образованием кор выветривания. Все эти образования перекрываются рыхлыми кайнозойскими отложениями, которые занимают значительную часть площади. [1]

Наиболее исследованным в геологическом отношении является Южно-Максутский массив. В 1973 г. Было выявлено медно-никелевое оруденение в южном массиве в результате работ, выполнявшихся В. А. Денисенко с со-

трудниками. Для исследования были взяты образцы керна скважин месторождения Южный Максут, пройденных при его разведке. Расслоенная базитовая интрузия, вмещающая Cu-Ni оруденение, является лополит овальной формы в плане размером 2.2×1.2 км. Вмещающие алевро-песчаниковые породы и (C1s) и интрузивные тела саурского комплекса (C1) прорываются и метаморфизуются массивом. Альбит-гранат-пироксеновые скарны с прени-том и кварцплагиоклаз-биотитовыми роговиками сопровождаются экзоконтактовыми зонами [Абдулин и др., 1983]. В данный момент возраст габброидов Максутского комплекса является раннепермский Ar-Ar 278–280 млн лет [Хромых и др., 2007; Владимиров и др., 2008]. Южно-Максутский массив формирован двумя резко различающимися типами пород. Основная масса массива формируются оливиновыми долеритами, в которых выделяются дифференциация из за отсадки раннего оливина (фаза первая). Лейкократовые оливиновые долериты с малым количеством бурого биотита образован в верхней части интрузивного массива. В оливиновых долеритах по большей части по размеру сульфидной вкрапленности не встречается. [2]

Медно-никелевое месторождение Максут относится к группе магматических месторождений ликвационного класса (по Смирнову В.И.).

В структурном отношении оно расположено в ядре Жартасской синклинали и в ее северо-восточном крыле. В северо-западной и юго-восточной частях месторождения проходят Северо-Максутский и Южно-Максутский разломы северо-восточного простирания. В пределах месторождения выявлены два участка (Южный и Северный Максут) с медно-никелевым оруденением. Участок Южный Максут расположен в южной части площади месторождения и приурочен к Южному массиву габброидов. Участок Северный Максут находится на северном фланге, в месте пересечения Северо-Максутского разлома с глубинным Каскабулакским дизъюнктивом, выделенным по геофизическим (гравиомагнитным) данным в ядре Жартасской синклинали на замыкании Каскабулакской мульды.

Таблица 1- Состав основных рудных минералов месторождения Южный Максуд

Минерал	№ обр./глубина	Fe	Cu	Co	Ni	S	Pb	Bi	Te	Pd	Rh	Cd	Sb	As	Сумма
халькопирит	5k/42.3	30.18	34.40	0.00	0.03	34.91	0.03	0.00	н/о	н/о	н/о	0.00	0.00	0.00	99.54
халькопирит	5k/29.5	30.28	34.77	0.00	0.00	34.84	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	н/о	н/о	0.00	99.93
халькопирит	C-2002/78.3	30.17	34.58	0.00	0.00	35.11	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	н/о	н/о	0.00	99.93
халькопирит	C-2002/65.3	30.38	34.49	0.00	0.00	34.86	0.10	0.02	0.00	0.00	0.00	н/о	н/о	0.00	99.85
халькопирит	C-3003/87.0	30.49	34.24	0.01	0.00	34.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	н/о	н/о	0.00	99.62
пирротин	5k/42.3	60.00	0.00	0.03	0.60	39.10	0.12	0.00	н/о	н/о	н/о	0.00	0.00	0.00	99.84
пирротин	5k/56.0	59.89	0.00	0.03	0.70	39.21	0.06	0.00	н/о	н/о	н/о	0.00	0.01	0.00	99.9
пирротин	5k/29.5	59.51	0.08	0.02	0.42	39.76	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	н/о	н/о	0.00	99.89
пирротин	C-2002/48.5	59.87	0.03	0.00	0.76	39.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	н/о	н/о	0.00	99.83
пирротин	C-2002/48.5	59.85	0.00	0.02	0.88	39.1	0.03	0.03	0.00	0.00	0.00	н/о	н/о	0.00	99.91
пирит	5k/76.8	45.25	0.00	0.05	1.84	52.82	0.08	0.00	н/о	н/о	н/о	0.00	0.00	0.00	100.08
пирит	5k/56.0	43.44	0.00	0.04	3.57	52.72	0.13	0.00	н/о	н/о	н/о	0.00	0.00	0.00	99.9
пирит	C-2002/32.0	46.58	0.01	0.00	1.04	52.16	0.13	0.02	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	0.00	99.93
пирит	C-2002/48.5	45.87	0.02	0.00	1.07	52.26	0.05	0.00	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	0.00	99.27
виоларит	5k/76.8	25.55	0.03	2.88	27.44	42.12	0.11	0.00	н/о	н/о	н/о	0.00	0.00	0.00	98.14
виоларит	C-2002/48.5	21.35	0.04	2.80	32.3	41.86	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	н/о	н/о	0.00	98.46
пентландит	C-3003/87.0	27.31	0.01	3.67	34.66	33.77	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	н/о	н/о	0.00	99.53
пентландит	5k/76.8	25.83	0.03	2.86	26.96	42.59	0.06	0.02	н/о	н/о	н/о	0.02	0.00	0.00	98.39
Ni-глаукодот	5k/29.5	2.54	0.03	19.36	14.30	20.13	0.00	0.00	0.10	0.01	0.00	н/о	н/о	44.86	101.33
Ni-глаукодот	5k/29.5	2.65	0.03	19.08	13.99	20.25	0.00	0.02	0.12	0.01	0.03	н/о	н/о	44.13	100.31
алтаит	C-2002/65.3	2.18	1.53	0.00	0.00	0.147	60.22	0.10	34.67	0.00	0.03	н/о	н/о	0.00	98.88
алтаит	C-2002/65.3	2.04	0.91	0.00	0.02	0.056	60.33	0.19	36.67	0.00	0.04	н/о	н/о	0.00	100.26

Примечание: н/о – содержание не определялось. Результаты микрорентгеноспектрального анализа на приборе «Camebax-micro», ИГМ СО РАН, г. Новосибирск. Аналитики: Л. Н. Поспелова, О. С. Хмельнико

В геологическом строении месторождения и его флангов принимают участие осадочные отложения палеозойского возраста, прорванные магматическими образованиями ассоциации C_1 и аргимбайского комплексов. На осадочных породах палеозоя и габроидах аргимбайского комплекса в конце мезозоя были сформированы коры выветривания, материал которых в последствии был переотложен при образовании неогеновых глин. На площади месторождения значительно развиты рыхлые песчано-глинистые отложения кайнозойского возраста. Наибольшее их развитие наблюдается над породами аргимбайского интрузивного массива.

Палеозойские отложения отнесены к третьей и четвертой пачкам серпуховского яруса ($C_{1sIII}-C_{1sIV}$). Пачки сложены мелкозернистыми и среднезернистыми песчаниками с прослоями алевролитов и углистых алевролитов, в которых часто наблюдаются остатки форм флоры и фауны. Реже наблюдаются прослои алевропесчаников и линзы конгломератов. В составе четвертой пачки преобладают песчаники, которые слагают участок Южный Максут, они обладают характерной «шаровой» или «скорлуповатой» текстурой. Алевролиты часто имеют темно-серую окраску, обусловленную наличием углеродистого вещества. Простираие пород различное. Северо-западнее Южно-Максутского разлома оно северо-восточное с пологим ($35-40^0$) падением на северо-запад, юго-восточнее разлома - устойчивое субмеридиональное, до северо-западного на самом востоке участка. Падение западное, очень пологое, углы падения не превышают 20^0 .

В районе Северной габброидной интрузии осадочные образования третьей пачки серпуховского яруса образуют сравнительно простую синклинальную складку с погружением шарнира в западных румбах в сторону Каскабулакской мульды, сложенной отложениями кокпектинской свиты среднего карбона. Падение крыльев складки в пределах участка Северный Максут сравнительно пологое и составляет $10-30^0$.

Непосредственно на участке Южный Максут осадочные отложения четвертой пачки серпуховского яруса имеют в восточной и северной экзоконтактовой зоне габброидной интрузии субмеридиональное простираие с падением пород в западных румбах ($10-80^0$). Лишь в южной и юго-восточной экзоконтактовой зоне простираие пород имеет северо-западное направление, хорошо дешифрируется на аэрофотоснимках. В 100-200м от северо-восточного контакта Южной интрузии простираие пород устойчивое – северо-восточное, и слагают они юго-восточную замковую часть вышеуказанной синклинальной складки.

Осадочные образования интродуцированы силло-дайкообразными телами и штоками диоритовых порфиров, плагиогранит-порфиров и гранит-порфиров, представленными на рудном поле месторождения Максут двумя комплексами. Наиболее древним является вулканоплутоническая ассоциация раннего карбона, в которой выделены три фазы. В пределах месторождения наблюдается только первая фаза этой ассоциации. К этой фазе отнесены порфировидные диоритовые порфиры ($\delta\pi_2, \gamma\delta\pi_2C_1, \gamma\delta C_1$), слагающие не-

большое тело в северо-восточной части месторождения, а также дайки небольшой мощности в северной части.

Наибольший интерес представляют интрузивные образования, которые отнесены к аргимбайскому комплексу позднекаменноугольного возраста, так как с ними связано месторождение медно-никелевых руд. К нему отнесено небольшое тело габброидов, выходящее на эрозионный срез в виде овала, вытянутого в восточном направлении на участке Южный Максут, а также интрузии Северного и Западного массивов. Буровыми работами массив Южный Максут детально изучен на глубину. По форме он представлен гарполи- том с падением западного контакта под углами $70-80^{\circ}$ в западных румбах и более пологим падением ($40-55^{\circ}$) восточного контакта также в западных румбах. В поперечном разрезе форма массива чашеобразная с вогнутыми внутрь краями. Падение южного и северного контактов к центру массива крутое ($70-80^{\circ}$). В массиве выделены три фазы: первая фаза – лейкократовые габбро- нориты; вторая фаза – меланократовые габбро, габбро-нориты, габбро- диабазы; третья фаза – троктолиты, оливиновые габбро-нориты.

Породы первой фазы занимают большую часть массива и характерны для краевых частей массива, т.е. вблизи контактов с вмещающими породами. В контакте с габброидами второй фазы породы первой фазы ороговикованы, часто скарнированы с образованием кварц-плагиоклаз-биотитовых роговиков, пренит-пироксеновых, альбит-пренит-гранатовых скарнов. [3]

Габброиды второй фазы подразделяются на габбро-диабазы, габбро и габбро-нориты. Залегают они в подошвенной части массива и на поверхности выходят только в восточной части участка, образуя разрозненные коренные выходы. Мощность меланократовых габброидов колеблется от 50м до 170м. Меланократовые разности габброидов в обильном количестве насыщены линзами и ксенолитами ороговикованных пород и роговиков, которые выходят на эрозионный срез в самой восточной фронтальной части участка, образуя выходы до 20-60м x 10-20м.

К третьей фазе относятся троктолиты и оливиновые габбро-нориты. Последние прорывают породы первых двух фаз и наблюдаются в западной части Южного массива. С ними также связана сульфидная минерализация, но промышленных содержаний она не образует. Изменения, вызванные трокто- литами, представлены лиственитизацией и карбонатизацией.

Северная интрузия располагается в центральной части участка Север- ный Максут. Форма ее представляется в виде лакколита с довольно крутыми ($60-80^{\circ}$) контактами вблизи поверхности, с постепенным выполаживанием на глубину. Общее падение интрузии - в южном направлении. По данным гра- виметровых работ, на глубине 1,5 км массивы Южный и Северный имеют общий подводящий канал.

С аргимбайским интрузивным комплексом связано промышленное сульфидное оруденение, генетически приуроченное к габброидам второй фа- зы внедрения. Оруденение локализуется в подошвенной части, образуя пла- сто- и линзообразные тела мощностью до 24м, и представлено тремя типами:

вкрапленных, прожилково-вкрапленных и сплошных руд. Наиболее часто встречаются руды первых двух типов, последний тип имеет ограниченное распространение и образует мелкие линзы мощностью до 0,1-0,3м, иногда до 0,5-0,8м. Руды первых двух типов сложены пирротинном, халькопиритом и пентландитом со значительным преобладанием пирротина. Сплошные руды состоят из пирротина, среди которого наблюдаются гнезда и линзочки, сложенные халькопиритом. Кроме медно-никелевых минералов, встречаются магнетит, ильменит и титаномagnetит, в сумме не превышающие 3 %, и единичные знаки пирита и сфалерита. Промышленные руды чаще всего образуют висячие залежи, и реже приурочены к донным частям интрузива. [Таблица 1]

На участке Южный Максут выявлено 4 рудных тела, средняя мощность которых непостоянна и достигает 18,8-24,1м. Средние содержания меди по данным химических анализов колеблются от 0,35% до 0,61%, никеля - от 0,24% до 0,61%, причем наиболее высокие содержания отмечались в средних-верхних частях залежи, в нижних частях содержания металлов понижается в 2-3 раза.

На участке Северный Максут рудная минерализация вскрыта в двух профилях (IX и X) пятью скважинами. Наиболее богатое оруденение встречено в скважине №86 (инт.231-413м), где выделяется несколько промышленных пересечений с содержанием меди до 0,55%, никеля - до 0,4%. По осадочным отложениям серпуховского яруса и магматическим породам нижнекаменноугольного и аргимбайского комплексов широко развиты мезозойские коры выветривания. В коре выветривания по меланократовым габброидам с промышленной сульфидной минерализацией сформировались окисленные медно-никелевые руды месторождения Южный Максут.

Для изучения вещественного состава и особенностей строения коры выветривания на участке Южный Максут были проведены специальные анализы: а) полный силикатный; б) термографический; в) рентгено-структурный; г) химический. В результате проведенных исследований установлено, что кора выветривания участка Южный Максут относится к каолинитовому профилю.

Максутское месторождение состоит из расслоенных габброидных интрузий (С2-3) с типом Cu-Ni оруденения. Гипабиссальные незначительные интрузии и дайкообразные формы позднеколлизийной стадии активизации наблюдаются глубинными разломами и имеющие региональное развитие. В данный момент на юго-восточном фланге Жарма-Саурского пояса в аналогичных габброидах выявлено новое месторождение Харатунга, которое по запасам меди является средним и по никелям крупным. В следствие этого быстро увеличились возможности обнаружения аналогичных сульфидных Cu-Ni месторождений и наметился региональный Максут-Петропавловско-Харатунгский прерывающийся пояс потенциально рудоносных габброидных интрузий на казахстанской территории. Это даст на выделенных перспективных участках предположение возобновить поиски месторождений. Главное

внимание должно быть уделено поиску скрытых и погребённых Cu-Ni месторождений. Можно сказать, что месторождение Максут является более богатым и крупным по содержанию крупных по запасам Cu, Ni. Прогнозные ресурсы категории РЗ: Cu – более 1 млн т, Ni – 300...500 тыс. т. [4]

1.1 Тектоника района

Как указывалось ранее, район работ расположен в пределах Жарминского синклинория и характеризуется довольно сложным тектоническим строением. С северо-востока ограничен Акжальским разломом, на юго-западе – Жартасским дизъюнктивом. Непосредственно через площадь месторождения проходят Северо-Максутский и Южно-Максутский тектонические разрывы северо-восточного простирания.

Зона Акжальского разлома характеризуется северо-западным простиранием. С поверхности перекрыта рыхлыми отложениями. Фиксируется повышенной трещиноватостью и зонами тектонических срывов с зеркалами скольжения.

Зона Жартасского разлома глубинного заложения в пределах района работ прослеживается в субширотном направлении и выражена цепочкой мелких тел ультраосновных пород и системой маломощных тектонических нарушений. Устанавливается ее юго-западное падение под углами 40-60°. Поперечные по отношению к Жартасскому и Акжальскому разломам разрывные нарушения более высокого порядка (Каскабулакский, Тастыкудукский и др. разломы) проявлены локальными зонами трещиноватости и трассируются дайками нижнекаменноугольного и средне-верхнекаменноугольных комплексов. Тастыкудукский разлом, по-видимому, контролирует размещение максутских габброидных интрузий.

Пликативные структуры в районе работ проявлены локально. Отложения кокпектинской свиты собраны в мелкие складки. В верхней части разреза свиты картируется Жартасская синклинальная складка с размахом крыльев до 6 км. Каскабулакская мульда вложена в осевую часть синклинали.

Месторождения Южный Максут приурочен к единому поясу габброидных интрузий Жарма-Харатунгской тектонической зоны. Возраст пикритовидов Максутского массива (K-Ar, Ar-Ar по биотиту и роговой обманке) по разным авторам варьирует от 245–250 млн лет (ранний – средний триас) [2] до 280 ± 3 млн лет (ранняя пермь, кунгурский ярус).

1.2 Магматизм района

Магматизм в районе проявлен незначительно. Магматические образования представлены обилием маломощных даек, единичными штоками и штокообразными телами. На основании изучения взаимоотношений интрузивных образований с вмещающими складчатыми толщами и между собой, по отношению к элементам тектонических структур, по минералого-

петрохимическим и геохимическим данным выделены магматические образования трех интрузивных комплексов:

Нижнекаменноугольная вулкано-плутоническая ассоциация;

Аргимбайский интрузивный комплекс;

Триасовый комплекс.

Нижнекаменноугольная вулканно-плутоническая ассоциация на территории района пользуется наибольшим распространением. По минеральному составу и возрастным взаимоотношениям выделяется три фазы.

Первая фаза (γ , $\gamma\delta$, $\delta\pi_1C_1$) проявлена достаточно широко на месторождении Южный Максут в виде дайкообразных и штокообразных тел мощностью от 2-5 до 300-700м и протяженностью до 2,5 км. По петрографическому составу выделяются мелкозернистые габбро, габбро-диориты, диориты, диоритовые порфиристы.

Вторая фаза ($\delta\pi_2, \gamma\delta\pi_2C_1$, $\gamma\delta C_1$) пользуется незначительным распространением в виде даек и мелких штокообразных тел размером 500 x 1000м в южной части района. Представлена диоритовыми порфиристами, гранодиорит-порфирами, гранодиоритами.

Третья фаза ($\gamma C_1, \gamma\pi_3C_1$, λ_3C_1) представлена мелкозернистыми гранитами, гранит-порфирами, кварцевыми порфирами в виде дайкообразных тел протяженностью до 1300м. Породы этой фазы отмечаются в центральной части площади в пределах Максутского тектонического блока между Северо-Максутским и Южно-Максутским разломами. В этом же блоке отмечаются многочисленные маломощные дайки гранодиорит-порфиров.

Аргимбайский интрузивный комплекс рудоносных габброидов позднекаменноугольного возраста выделен по данным буровых работ на участках Южный и Северный Максут. Массивы перекрыты кайнозойскими отложениями и сложены дифференцированными среднезернистыми габбро, иногда атакситовыми габбро-норитами, оливковыми габбро и рудоносными габбро-диабазами. Форма массивов гарполитовая. Среди габброидов этого комплекса по времени становления выделяются три фазы.

Первая фаза - лейкократовые габбро, габбро-нориты, в краевой фации мелкозернистые диориты.

Вторая фаза – меланократовые габбро, габбро-диабазы.

Третья фаза – оливковые габбро-нориты, троктолиты.

Радиологический анализ возраста пород, выполненный по породам различных фаз в лаборатории ВКТГУ, дает близкие величины и в среднем из 16 определений составляет 303млн. лет (285-311млн. лет) по Волкову Я.С. Данные определений проб, отобранных в период оценки месторождения Ю.Максут и С.Максут.

Триасовый интрузивный комплекс ($\delta, \delta\pi T_1$) представлен многочисленными дайками диоритов, диоритовых порфиритов, которые отмечаются на всей территории района и особенно на площади месторождения Максут. [5]

1.3 Стратиграфия района

В геологическом строении района принимают участие осадочные отложения каменноугольной, неогеновой и четвертичной систем.

Терасайрыкская свита ($C_1v_1ts^2$) широко развита на юге и западе за пределами рамки геологической карты в зонах Жананского и Чинрауского разломов; на площади района месторождения обнажается у западной рамки листа в виде небольшого тектонического блока. Отложения свиты представлены зелеными полимиктовыми песчаниками, красноцветными вулканомиктовыми алевролитами, зелеными конгломератами, туфопесчаниками, туфами андезитовых порфиритов.

Отложения верхневизейского подъяруса-серпуховского яруса (C_1v_3-s) перекрывают отложения терасайрыкской свиты по тектоническому срыву и слагают небольшие тектонические блоки на юго-западе площади района. Отложения представлены табачно-зелеными глинистыми алевролитами, окремненными мелкозернистыми песчаниками, конгломератами.

Серпуховский ярус (C_1s). Отложения, относимые к серпуховскому ярусу пользуются широким распространением представлены серией флишеидных пачек, отличающихся одна от другой по мощности прослоев, преобладанию песчаников или алевролитов и наличию углистого вещества. По структурному положению пачек с различной ритмичностью сложности и преобладанию в разрезе литологически разных пород отложения серпуховского яруса подразделяются на четыре пачки.

Нижняя пачка (C_1sI) сложена грязнозелеными граувакковыми полимиктовыми песчаниками, конгломератами и алевролитами обнажается на юге и северо-востоке площади. Мощность пачки 300-500 м.

Вторая пачка (C_1sII) характеризуется переслаиванием тонкополосчатых песчаников и алевролитов с линзами известняков. Развита в основном на юге и незначительно на севере, слагает крылья синклинальной складки. Мощность пачки 200 м.

Третья пачка (C_1sIII) сложена преимущественно серыми полимиктовыми песчаниками с прослоями алевролитов, линзами конгломератов и известняков. Общая мощность пачки около 1000 м. Данные отложения слагают месторождение Южный Максут.

Верхняя пачка (C_1sIV) представлена серыми песчаниками граувакковыми и полимиктовыми с прослоями табачно-зеленых алевролитов. Отложения верхней пачки развиты в центральной и западной части площади, участвуют в строении месторождения Южный Максут и слагают крылья Каскабулакской мульды.

Аганактинская свита (C_1s-C_2ag) развита на северо-востоке площади и участвует в строении Кояндинской горстантиклинали. Отложения аганактинской свиты подразделяются на две пачки – нижнюю ($C_1s-C_2ag^1$) и верхнюю ($C_1s-C_2ag^2$), которые представлены крупно- и грубозернистыми граувакковыми

ми магнитными песчаниками и конгломератами, в верхней пачке прослои алевролитов.

Кокпектинская свита (C_2kr) занимает северо-западную часть площади и слагает восточное замыкание Каскабулакской мульды. Кокпектинская свита подразделяется на две пачки – нижнюю (C_2kr^1) и верхнюю (C_2kr^2). Разрез свиты начинается с горизонта базальных конгломератов и гравелитистых песчаников мощностью 120-150 м. Выше залегают грубо перемежающиеся конгломераты и гравелитистые песчаники с редкими и маломощными прослоями алевролитов. Мощность свиты оценивается в 400-450 м.

Кайнозойские отложения пользуются широким распространением. Они слагают речные долины, межгорные депрессии, маломощным чехлом покрывают выположенные водоразделы. Мощность их достигает 40-50 м. В составе их выделяются осадки аральской свиты и четвертичной системы.

Аральская свита ($N_1^{1-2}ar$) вскрыта картировочными скважинами. Представлена зелеными и серо-зелеными глинами мощностью до 50 м и с линзами песка, реже - гравия, мощностью до 15 м.

Четвертичные отложения в районе имеют широкое распространение, перекрывают отложения палеозоя и неогена, и представлены различными генетическими типами. Для них характерны невыдержанный состав и резкая смена мощностей. Они покрывают маломощным (до 1 м) чехлом подножия сопок и выположенные водоразделы (делювиально-пролювиальные образования), в долинах мощность отложений достигает 15-25 м (аллювиальные образования). Породы представлены желтовато-серыми суглинками со щебнем, гравийно-галечниками. В озерах накапливаются пески и илы современного отдела, их мощность не превышает 0,5 м. [6]

Коры выветривания мезозойского возраста широко развиты на отложениях разновозрастных формаций. Их мощность колеблется от первых метров до 50-55 м. Коры выветривания представлены обеленными, желтовато-серыми с охристыми пятнами глинистыми разностями с сохранившейся структурой материнских пород (структурным элювием) и щебнисто-глинистым бесструктурным материалом (бесструктурный элювий) и верхним глинистым горизонтом кор, который частично размыт. Минеральный состав глинистого вещества кор по данным термического анализа представлен гидрослюдами с незначительной примесью каолинита. В верхнем горизонте бесструктурного глинистого элювия количество каолинита возрастает, но в целом сохраняется каолинит-гидрослюдистый состав глинистой составляющей.

2 История изученности месторождения Южный Максут

Впервые положительную оценку площади на сульфидное медно-никелевое оруденение дали работы Алтайской ГГЭ ВКТГУ в 1974 г. (Денисенко В.А., Александров Б. В. и др.).

В 1972-1974г.г. в районе месторождения Горностаевской партией АКГГЭ ВКТГУ проводились региональные работы масштаба 1:50000 и поисковые работы масштаба 1:10000 с целью определения перспектив данной площади на золото, редкие металлы и бокситы. В результате этих работ в 1972г. были выявлены перспективные литогеохимические аномалии меди, никеля, серебра и мышьяка, детализация которых в 1973г. привела к открытию медно-никелевого месторождения Максут (участок Южный) и двух перспективных участков (Северный и Западный Максут). Работы проводились с использованием проходки канав, бурения картировочных и поисковых скважин. [7]

В период разведки 1972-1992г.г. лабораторные исследования проводились в лабораториях Семипалатинской ГРЭ, Алтайской КГГЭ и в ЦХЛ ВКТГУ (в дальнейшем ЦХЛ ПГО «Востказгеология»). Они включали в себя производство спектрального анализа на 14 элементов; атомно- абсорбционного - на медь; свинец, цинк; химического - на никель, кобальт; спектрофотометрического; пробирного – на золото, серебро; силикатного анализа; термографического анализа; рентгено-структурного анализа; определение объемного веса.

В 1974-1975г.г. Семипалатинской ГРЭ на участке Южный Максут проведены глубинные поиски медно-никелевых руд. Работы выполнялись бурением колонковых скважин по сети 250х200м в комплексе с геофизическими исследованиями скважин. В результате проведенных работ на месторождении выявлена серия рудных тел со средними содержаниями меди 0,46 %, никеля 0,35 %, кобальта 0,012 %. Также проведены испытания двух лабораторных технологических проб.

Параллельно с глубинными поисками на всей площади месторождения Максут, на участке Южный в 1975-1976г.г. Семипалатинской ГРЭ велись поисково-разведочные и поисково-оценочные работы. Проводилась детализация выявленных рудных тел по сети 200х100м и 100х50м и технологические исследования руд. Бурение сопровождалось геофизическими работами. В результате выполненных работ сделан повариантный подсчет запасов и составлен ТЭД (Ермолаев П.В. и др., 1976г.). Проведение предварительной разведки из-за низких содержаний меди, никеля, кобальта и ограниченности перспектив расширения сырьевой базы было признано нецелесообразным. ТЭД не рассматривался в ТКЗ, временные кондиции на первичные руды утверждены не были.

В 1974-1975г.г. рудником Боко комбината «Алтайзолото» было проведено старательским методом так называемое «валовое опробование» зоны окисления медных руд открытым способом из карьера глубиной 5-8м. В ре-

зультате такого «опробования» хищнически были отработаны наиболее богатые окисленные руды с содержаниями меди до 30 % (среднее составило 10,8 %). При этом планы геологического опробования полотна карьера и другие геологические материалы составлены не были. Сам карьер был рекультивирован. [8]

В процессе поисков и разведки месторождения Максут в период 1974-1992г.г. отбирались бороздовые, керновые, геохимические, групповые, штуфные, малообъемные технологические и лабораторно-технологические пробы, а также пробы для определения объемного веса и влажности руд и пород.

Бороздовые пробы отбирались по канавам и шурфам, пройденным при съемочных и поисковых работах в 70-ые годы. В шурфах пересекающих рудоносную зону, пробы в первые годы работ брались через 1м по стенкам в шахматном порядке, позднее в мелких шурфах по дну в зависимости от глубины врезки в коренные породы и от геологической ситуации, а в глубоких шурфах отбирались по двум противоположным стенкам непрерывной вертикальной бороздой. Опробование канав производилось также по одной или двум стенкам непрерывной бороздой, при этом длина борозды не превышала 2,0м. Основное сечение борозды было принято в первые годы работ 5х2-4см, в последующие годы - 5х3см, 10х3см. Контроль отбора проб проводился взятием бороздовой пробы сечением 10х5см по верхнему краю основной борозды. Все горные выработки опробовались секционными бороздами длиной (в зависимости от мощности рудной зоны) от 0,5-1,0 до 1,5-2,0м.

По результатам работ 1976г. был составлен ТЭД о проведении детальной разведки медно-никелевого месторождения Южный Максут, согласно которому в связи с географо-экономическим положением месторождения, отсутствием поблизости базы никелевой и медной промышленности и реальных предпосылок для открытия месторождений с крупными запасами и высокими содержаниями металлов, продолжение разведки месторождения Максут было признано нецелесообразным.

В 1991-1992 г.г. ГПП «Семипалатинск» на участке Южный Максут были проведены поисково-разведочные работы в пределах зоны окисления (до глубины 50м) с целью оконтуривания окисленных медных руд и их геолого-экономической оценки. Выполнено бурение колонковых скважин общим объемом 1057м (по сети 25х15м) в комплексе с геофизическими, опробовательскими, геохимическими, лабораторными и технологическими работами. В результате выделены и подсчитаны запасы минеральных пигментов, окисленных руд зоны полного окисления и подзоны вторичного сульфидного обогащения по двум рудным телам (р.т. 1 и 2). Запасы минеральных пигментов рассмотрены и утверждены в ТКЗ ПГО «Востказгеология» (Протокол № 212 от 12.03.1993г). Рекомендовано продолжение разведки медных окисленных руд на участке Южный Максут. [9]

Работы по бурению проводилась в 1996г. на месторождении Максут за весь поисково-разведочный период включали в себя колонковое бурение.

Все скважины бурились вертикально. Разведочная сеть на участке Южный Максут с учетом всех пройденных скважин, в том числе в окисленной части рудных тел, составила 25-50х15-20м, в сульфидной – 25-50х50-120. Отдельные скважины пройдены до глубины 600-700м. Выход керна по рудным зонам - более 70-80%.

Разведочное бурение до 1993 г. проводилось станком СКБ-4 силами буровых бригад Семипалатинской ГРЭ. Забурка скважин и бурение проводились вертикально, т. к. падение рудных залежей колеблется от 0° до 45° (в среднем, 13-25°). Профиля скважин ориентированы вкрест простирания рудных тел по азимуту 70°. Глубины скважин колебались от 15 до 75м. Общим принципом закрытия скважин являлось пересечение рудного тела и подошвы интрузива с выходом в подстилающие песчаники на 5-7м. Скважины забуривались твердосплавными коронками диаметром 112мм. Далее, после обсадки трубами диаметром 108мм, бурение производилось диаметром 76мм. [10]

Характерной особенностью разрезов зоны окисления месторождения Южный Максут является то, что материал представлен рыхлой, слабосвязанной массой, которая в процессе бурения легко разрушается и размывается. Поэтому скважины проходились с использованием технических средств, повышающих выход керна. Алмазные коронки диаметрами 76мм и 59мм применялись после крепления стенок скважины обсадными трубами при бурении твердых, слабо трещиноватых пород – неизмененных габбро, ороговикованных песчаников.

Фактический выход керна составил по рудным зонам от 70 до 82%. Исключение составили скважины №№203 (64% инт.0-5м) и 225 (64% инт.0-14м) (по зоне окисления). Применяемые технические средства по увеличению выхода керна (укороченные рейсы, щадящие режимы бурения, двойные колонковые снаряды, спецрастворы) желаемых результатов не дали. Средний весовой выход керна по рудным зонам составил 72%. По вмещающим породам средний выход керна составил 64%. В этот период на месторождении было пройдено 130 скважин общим объемом 22705,8пог.м.

В 2005 г. АО «Баст» по фондовым материалам и результатам геолого-разведочных работ прошлых лет был составлен отчет «Подсчет запасов окисленных руд участка Южный Максут медно-никелевого месторождения Максут с ТЭО проекта кондиций (по состоянию на 01.01.2005г)». К утверждению в ГКЗ РК были представлены запасы меди и попутных компонентов окисленных и смешанных руд в пределах зоны окисления участка Южный Максут, подсчитанных при бортовом содержании меди – 0,5%. Отчет был апробирован, от утверждения запасов ГКЗ РК воздержалась (протоколом №514-06-А от 09.06.2006г.), было рекомендовано продолжить геологоразведочные работы с комплексом дополнительных технологических исследований.[11]

В 2006 г. на участке Южный Максут было пройдено 24 скважины колонкового бурения, из которых 4 скважины (209к, 210к, 212к и 223к) пройдены как заверочные рядом со старыми скважинами (209,210,212 и 223).

Выбор заложения 4-х заверочных скважин обуславливался следующими объективными причинами:

непосредственной близости к устьям ранее пробуренных разведочных скважин;

задачей, помимо оценки представительности опробования, изучение сохранности мощности рудных тел, частично отработанных старательским карьером;

сохранностью устьев старых скважин.

Все скважины бурились с полным пересечением рудоносной габброидной интрузии с выходом забоев скважин в безрудные вмещающие песчано-алевролитовые породы. [12]

Проходка скважин осуществлялась стационарными буровыми установками ЗИФ-650М. Забурка колонковых скважин производилась твердосплавными коронками d-112мм до входа в относительно плотные породы с последующей обсадкой трубами d-108мм, после обсадки, бурение по зоне окисления производилось твердосплавными коронками d-76мм. Для увеличения выхода керна выполнялись следующие технические мероприятия: бурение всухую, бурение укороченными рейсами до одного метра, бурение резко укороченными рейсами до 0,5м. По первичным рудам бурение осуществлялось алмазными коронками d-76мм без ограничения длины рейса. Средний выход керна по рудной зоне составил 82,3%.

Результаты обработки данных сопоставления мощностей и средних содержаний меди по старым (основным) и контрольным (заверочным) скважинам показали, что систематические отклонения по обоим параметрам незначимы.

В 2006-2007 г.г. АО «Баст» продолжило геологическое изучение месторождения, было пробурено 24 скважины объемом 1326 п.м, пройдено 12 канав с шагом 30-60 м объемом 864 п.м, а также 8 расчисток в пределах старого карьера 70-х годов в объеме 212 п.м с шагом 12,5 м. По результатам геологоразведочных работ в 2008 г. АО «Баст» был подготовлен и представлен на государственную экспертизу отчет «Подсчет запасов окисленных руд участка Южный Максут медно-никелевого месторождения Максут (по состоянию на 01.01.2007 г.)», рассмотренный и утвержденный ГКЗ РК (протокол № 693-08-А от 25.04.2008 г.).

2008-2011г.г. на участке Южный Максут было пройдено 83 скважины колонкового бурения, из которых 7 скважин (1к, 5к, 20к, 20КН, 3003к, 109к, 115к) пройдены как заверочные рядом со старыми скважинами (1, 5, 20 и 20к, 3003, 109, 115). Керна из контрольных скважин 5к, 20к, 3003к был отобран в технологическую пробу. [13]

Основные задачи бурения 2008-2011г.г. в восточной части габброидного массива Южный Максут на площади геологического отвода, ограничен-

ной восточным контактом массива и профилем поисково-разведочных скважин №IX-IX до глубины 120метров заключались в следующем: 1) уточнение глубины распространения и морфологии рудных тел №1, 2, 3; 2) уточнение мощности рудоносной интрузии в пределах исследуемой зон; 3) обнаружение зон минерализации в ороговикованных породах, вмещающих интрузивное тело. В связи с этим была задана разведочная сеть, позволившая оконтурить рудные тела (по скважинам и с учетом геологически обоснованной экстраполяции) на исследуемой территории в соответствии с требованиями кондиций ГКЗ для разведки рудных тел медно-никелевых месторождений по категории С₁. Глубина скважин задавалась в зависимости от мощности рудоносной интрузии и от глубины распространения рудных тел.

Проходка скважин осуществлялась стационарными буровыми установками ЗИФ-650М. Забурка колонковых скважин производилась твердосплавными коронками d-112мм до входа в относительно плотные породы с последующей обсадкой трубами d-108мм, после обсадки, бурение по зоне окисления производилось твердосплавными коронками d-76мм. Для увеличения выхода керна выполнялись следующие технические мероприятия: бурение всухую, бурение укороченными рейсами до одного метра, бурение резко укороченными рейсами до 0,5м. По сульфидным рудам бурение осуществлялось алмазными коронками d-76мм без ограничения длины рейса. Средний выход керна по рудной зоне составил более 80 %. [14]

Данные сопоставления мощностей и содержаний меди в рудных разрезах, полученных в основных и контрольных скважинах, пробуренных в 2008-2011 г.г., приведены в таблице 3.5. Большая разница в мощностях рудных тел скв.3003\3003к объясняется наличием безрудного ксенолита роговика в инт.55.0-63.5 скв.3003. Причина большой разности в мощностях рудных тел скв.109\109к – геологические условия: возможный разлом, подтвержденный депрессией в рельефе, границами рудных тел. По скв.20к\20КН большая разница в мощностях рудных тел объясняется тем, что скв.20КН находится ближе к границе ороговикованных пород, вмещающих интрузивное тело габброидов.

В 2012-2013гг. АО БАСТ было разработано технико-экономическое обоснование промышленных кондиций для подсчета запасов окисленных руд и запасы окисленных руд поставлены на государственный баланс РК по промышленным категориям.

3 Геофизическая характеристика рудного поля

Как Южная, так и Северная габброидные интрузии нашли четкое отражение в физических полях благодаря резкому различию физических свойств интрузии и вмещающих их песчано-сланцевых образований. Последние являются практически немагнитными, имеют плотность 2,65-2,68 г/см³ и поляризуемость менее 1%. Для Южной габброидной интрузии месторождения Максут характерны следующие параметры:

1) лейкократовые габбро имеют плотность 2,76-2,84 г/см³, магнитную восприимчивость около 2000×10^{-6} ед. CGSM и поляризуемость 1,0-1,5%;

2) меланократовые габбро обладают относительно повышенной плотностью (2,82-2,96 г/см³), меньшей магнитной восприимчивостью ($1300-1500 \times 10^{-6}$ ед. CGS) и поляризуемостью до 1%;

3) троктолиты выделяются высокой плотностью (до 3,1 г/см³), относительно пониженной магнитной восприимчивостью ($\bar{\alpha}_{\text{ср.}} = 1000 \times 10^{-6}$ ед. CGSM) и поляризуемостью, лежащей в интервале 3-5%.

Как сплошные, так и вкрапленные руды месторождения обладают высокими значениями поляризуемости и проводимости. Магнитная восприимчивость руд изменяется в широких пределах (от 700×10^{-6} ед. CGSM до 7000×10^{-6} ед. CGSM) и зависит, в основном, от количественного содержания пирротина. Изучение ориентированного керна поисковых скважин позволило установить, что как Южная, так и Северная габбро-норитовые интрузии имеют необычное и редко встречающееся в районе обратное намагничивание. Этот факт привел к возникновению характерных отрицательных полей, анализ которых позволяет на примере Южной интрузии достаточно уверенно судить об их морфологии.

Большая часть площади габбро-норитового массива характеризуется интенсивными отрицательными аномалиями ΔT до -1200 гамм, которые с севера, востока и юго-востока через значительные горизонтальные градиенты сменяются подковообразным положительным магнитным полем. Положительные значения ΔT , расположенные по периферии массива габбро-норитов, указывают на относительно пологое падение контактов к центру массива и общее погружение массива в западном направлении под углом 45-50°. В поперечных меридиональных сечениях нижняя подошвенная часть интрузии имеет чашеобразную форму. Данные магниторазведки уже при предварительной качественной интерпретации позволили установить фронтальную часть интрузии и проследить контакт габбро-норитов под ороговикованными песчано-сланцевыми отложениями, что подтвердилось впоследствии результатами буровых работ.

Шток троктолитов нашел четкое отражение в гравитационном поле участка в виде локального максимума интенсивностью 0,8 мЛг, что обусловлено повышенной плотностью (до 3,1 г/см³) троктолитов. В целом, гравитационное поле участка с градиентом 0,2 мЛг на 500-700 м увеличивается с востока на запад, достигая максимального значения над троктолитами в 1,8 мЛг.

Такой характер гравитационного поля указывает на постепенное увеличение мощности габбро-норитов в западном направлении. В восточной, фронтальной части интрузии (скв. №№ 1, 3, 4), где вкрапленные и сплошные пирротин-халькопиритовые руды максимально приближены к дневной поверхности, наблюдается локальная положительная аномалия силы тяжести (0,4мЛг), имеющая явно рудную природу. Пространственно с этой аномалией совпадают наиболее высокие значения вызванной поляризации (12-20 %) и аномальная область метода переходных процессов (от 1-ой до 11 м/сек). Кроме аномальной зоны ВП, соответствующей выходу рудного тела, вдоль северного и южного контакта массива прослеживаются четкие аномалии интенсивностью 8-12 %, обусловленные экзоконтактовой сульфидизацией. Это обстоятельство может считаться одним из косвенных признаков рудоносности интрузий, а подобные аномалии, окаймляющие другие интрузии, могут являться признаком их перспективности.

В профиле скв. №№ 1, 3, 4 были выполнены работы методом ВЭЗ ВП с шагом $AB=1000\text{м}$, которые позволили выделить рудную зону по низким кажущимся сопротивлениям (менее 30 омм на фоне 1000-3000 омм) и высоким значениям η_k (до 17 %).

Приведенный анализ физических полей уже в процессе полевых геофизических исследований позволил обосновать перспективность габбро-норитовой интрузии на выявление медно-никелевых руд и вскрыть их первыми поисковыми скважинами (скв. №№ 1, 3).

В пределах месторождения и его флангов проведены наземные геофизические работы масштаба 1:10000-1:50000 следующим комплексом методов: гравиразведка, магниторазведка, электроразведка в модификациях ВП. В небольших объемах осуществлялись опытно-методические исследования в скважинах (МЗТ, ВПс, МЭК, ДЭМПС, КСПК, ЕПс) с целью изучения возможности применения различных геофизических методов на месторождениях медно-никелевого типа. Полевые геофизические работы выполнялись в течение большого промежутка времени (18 лет) с использованием различной аппаратуры. Методика, техника работ и интерпретация полученных материалов соответствовала требованиям инструкций и методических указаний своего времени.

Поисково-разведочные буровые работы на месторождении сопровождались стандартным для региона комплексом геофизических исследований скважин (КС, ГК, МСК, ИК). При проведении поисковых и разведочных работ бурением в 1974-1992г.г. на участках месторождения Максут проводился комплекс каротажных скважинных исследований. Комплекс включал следующие методы: метод заряженного тела (МЗТ), скважинный вариант метода вызванной поляризации (ВПс), метод электрической корреляции (МЭК), дипольное электромагнитное профилирование скважин (ДЭМПС), контактовый способ поляризационных кривых (КСПК), скважинный вариант метода естественного поля (ЕПс), метод кажущихся сопротивлений (КС), гамма-каротаж (ГК), метод скользящих контактов (МСК), инклинометрию (ИК).

Геофизические исследования в скважинах проводились в соответствии с требованиями «Технической инструкции по проведению ГИС» (1963г.) и согласно «Методическим указаниям по применению и комплексированию методов массовых поисков месторождений урана» (1975г.). При этом использовалась аппаратура АЭКС-1500, РСКИ и РСКУ, МИ-30, МИ-42. Скважинные геофизические работы проводились с целью:

- выделения и уточнения положения интервалов сульфидной минерализации по стволу скважины;

- частичного литологического расчленения пород разреза;

- поисков рудных объектов в межскважинном и околоскважинном пространстве;

- уточнения морфологии подсеченных рудных тел, выяснения их взаимосвязи;

- выделения в разрезах скважин зон повышенной проводимости, отвечающих рудным интервалам;

- попутных поисков радиоактивного сырья;

- определения положения стволов скважин в пространстве.

Электрокаратажом методами КС и МСК в комплексе с ГК отбивались различные по составу литологические разности пород с большим удельным сопротивлением и, частично, зоны дробления.

Инклинометрия использовалась для определения замеров искривления скважин колонкового бурения. По данным замеров отстраивались стратиметрические кривые искривления скважин, которые использовались при построении геологических разрезов и планов.

Интерпретация результатов геофизических исследований в скважинах месторождения Максут проводилась в два этапа. На первом этапе результаты каротажа использовались при послойном описании керна, при контроле за качеством буровых работ и уровнем подземных вод. Использовались диаграммы КС, МСК, ГК. Уточнялось положение отдельных литологических разностей в разрезе, определялись границы и мощности рудовмещающих зон, выделенных при геофизических исследованиях.

На втором этапе, на стадии камеральной обработки материалов, составлялась сводная геолого-геофизическая колонка, проводилась комплексная интерпретация геофизических данных, результаты которой использовались при построении геолого-геофизических разрезов. Геологическая колонка с материалами ГИС составлялась в масштабе 1: 500.

Гамма-картаж скважин проводился с целью поиска радиоактивных элементов на месторождении. В результате многолетних работ радиоактивных аномалий на рудном поле и на самом месторождении не выявлено.

Детальными гравиметрическими работами, проведенными по отдельным профилям в районе месторождения, установлено, что интрузивные массивы (например, Южный и Северный Максут) прослеживаются в гравитационном поле локальным минимумом силы тяжести. По данным количественной геофизической интерпретации плотность пород месторождения Максут

колеблется в пределах $2,65-3,10 \text{ г/см}^3$, магнитная восприимчивость – от $700 \times 10^{-6} \text{ ед. CGSM}$ до $7500 \times 10^{-6} \text{ ед. CGSM}$, поляризуемость - от менее 1% до 3-5%, руды - до 40%. При проведении гамма-каротажа была изучена естественная гамма-активность пород участка. [15]

Результаты геофизических исследований были использованы при составлении геологических карт масштабов 1:50000 и 1:10000. Обобщение геофизических и геохимических материалов с целью обеспечения эффективного применения комплекса геофизических и геохимических методов при работах масштабов 1:50000 и 1:10000 для поисков медных и золоторудных месторождений в пределах региона дали следующее:

была установлена последовательность проявления и размещения магматических образований в верхних структурных этажах и дана характеристика их объемного строения;

изучены особенности объемного геологического строения основных рудных районов площади и закономерности локализации месторождений полезных ископаемых;

сделано заключение о локализации основных золоторудных месторождений Калбы в надинтрузивной и околоинтрузивной областях интрузий гранит-гранодиорит-диоритового ряда, слагающих Джерекско-Байбуринский и Западно-Калбинский интрузивные пояса, а ликвационных месторождений с медно-никелевой минерализацией – в меланократовых габбро-норитах;

изучены элементы дизъюнктивной тектоники и роль тектонических и других видов контроля в формировании месторождений полезных ископаемых района;

предложены наиболее эффективные комплексы геофизических методов для поисков месторождений полезных ископаемых в регионе;

разработана методика комплексного анализа и количественной интерпретации магнитных и гравитационных аномалий;

изучены петрофизические и электрохимические свойства пород и руд. Применяемые скважинные геофизические методы (МЗТ, ВПс, МЭК, ДЭМПС, КСПК, ЕПс, КС, МСК, ГК) решали частные геологические задачи и находят ограниченное применение.

Сульфидные (медно-никелевые) руды месторождения Максут генетически связаны с дифференцированным массивом габброидов аргимбайского интрузивного комплекса. По морфологии габброидная интрузия представляет собой гарполит. Восточная часть гарполита в поперечных разрезах имеет чашеобразную форму лежащего контакта. Внутреннее строение гарполита представляется весьма сложным, что обусловлено многофазной историей его формирования. В составе интрузии выделяются, как было отмечено выше, 3 основные разности: лейкократовые габбро, нориты, габбро-нориты, габбро-диабазы; меланократовые габбро, габбро-диабазы, нориты, габбро-нориты; троктолиты. Лейкократовые габброиды слагают большую часть массива, меланократовые - локализуются в подошвенной части интрузии. В экзоконтакте массива осадочные породы ороговикованы и скарнированы. В эндоконтакте

отмечается большое количество ксенолитов ороговикованных песчаников и алевролитов.

Зоны медно-никелевой сульфидной минерализации приурочены исключительно к меланократовым габброидам подошвенной части интрузии. Мощность зоны минерализации в центральной части достигает 120-150м.

Оруденение вкрапленного и прожилково-вкрапленного типа представлено пирротин-халькопирит-пентландитовой минерализацией. Количество сульфидов достигает 15-40%. Иногда отмечаются мелкие линзы сплошных руд мощностью 10-30см, реже - 50-80см.

Промышленные руды, как правило, на участке Южный месторождения Максут образуют «висячие» залежи, реже - локализованы непосредственно в донной части гарполита, образуя «донные» залежи.

На участке Южный выделяются четыре основных рудных тела сульфидных руд - №№ 1, 2, 3, 4 и серия мелких линз. Рудные тела локализуются в единой мощной зоне сульфидной минерализации, конформны друг другу и имеют субсогласное залегание относительно подошвенной части интрузива. Рудные залежи сложены средне-крупно- и прожилково-вкрапленными сульфидами, которые образуют несколько сближенных горизонтов в восточной, уплощенной части Южного массива габброидов.

Основной тип сульфидных руд вкрапленный. С поверхности до глубины 25-27, редко до 35-40 м по сульфидным рудам развиты окисленные руды, которые локализуются в площадной коре выветривания каолинитового профиля. Рудные тела сопровождаются широкими ореолами рассеяния меди, никеля, кобальта, серебра, превышающими размеры самих рудных залежей в несколько раз.

Рудное тело 1 залегает в кровле зоны сульфидной минерализации, вблизи поверхности. Имеет почти горизонтальное залегание и локализуется в меланократовых габброидах. Глубина залегания рудной залежи от 0 до 65,5м. Оно вскрыто в 6 профилях (0, 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, II-II) 15 скважинами, пробуренными в 70-е гг., 22 скважинами разведки 90-х годов (часть из них не пересекла рудное тело на полную мощность, так как бурилась на окисленные руды) и 48 скважинами, пробуренными в 2005-2010гг., пройденными в восточной части участка по сети 25-100 x 15-50м. В плане рудное тело имеет удлиненную форму (360 x 580м), по простиранию - изучено на 300м.. Оно имеет ширину от 80м до 360м, при средней мощности 9,65м (с колебаниями от 4,0м до 21,5м), среднее содержание меди – 0,44% (от 0,35% до 0,56%), никеля – 0,240% (от 0,174% до 0,489%), кобальта – 0,014% (от 0,01% до 0,18%). Коэффициенты вариации мощностей составляют 23,2%, содержания меди – 6,81%, линейных запасов – 23,6%, что говорит о равномерном распределении полезного компонента в залежи. На поверхность рудное тело выходит в виде линзы окисленных руд северо-западного простирания (рудное тело 1 окисленных руд). Падение залежи пологое под углом 2-31° (среднее 15°) на юго-запад.

Рудное тело 2 залегает непосредственно под рудным телом 1 и отдельно от него минерализованными прослоями мощностью от 10м до 50м. Оно приурочено к наиболее прогнутой осевой части интрузии и вскрыто в 10 профилях (0-0, 1-1, 2-2, 3-3, 4-4, II-II, IX-IX, III-III, IV-IV, V-V) 31 скважиной, пробуренной в 70-е гг., и 51 скважинами, пробуренными в 2005-2010гг., пройденными по сети 25-100 x 15-50м. Залежь характеризуется сложной изометричной формой, удлинённой в юго-западном направлении (1160 x 460м), по простиранию изучено на 1160м до глубины 633м. Оно имеет ширину от 100м до 460м, среднюю мощность 14,7м (с колебаниями от 1,0м до 51,5м), среднее содержание меди 0,38% (от 0,18% до 1,84%), никеля – 0,206% (от 0,095% до 0,918%), кобальта – 0,022% (от 0,004% до 0,053%). Коэффициенты вариации мощностей составляют 14,2%, содержаний меди – 67,73%, линейных запасов – 76,6%, что говорит о неравномерном распределении полезного компонента в залежи. На поверхность рудное тело выходит в виде линзы, вытянутой в северо-западном направлении. Падение залежи пологое под углом 8-45° (среднее 25°) на юго-запад.

Рудное тело 3 залегает в основании зоны сульфидной минерализации и разреза (в подошвенной части массива меланократовых габброидов) и имеет сложную, изометричную форму в плане, несколько вытянуто в юго-западном направлении (1000 x 120-720м). Оно вскрыто в интервале глубин 47-545м в 7 профилях (3-3, 4-4, II-II, IX-IX, III-III, IV-IV, V-V) 16 скважинами, пробуренными в 70-е гг., и 23 скважинами, пробуренными в 2005-2010гг., пройденными по сети 120-200 x 50-100м, прослежено на 1000м по простиранию в плане при ширине от 120м до 720м (в пережимах и ответвлениях ширина рудного тела уменьшается до 120м). Средняя мощность залежи - 18,7м (с колебаниями от 2,0м до 64,5м), среднее содержание меди 0,40% (от 0,15% до 0,78%), никеля – 0,246% (от 0,070% до 0,685%), кобальта – 0,019% (от 0,004% до 0,045%). Коэффициенты вариации мощностей составляют 75,3%, содержаний меди – 38,4%, линейных запасов – 81,2%, что говорит о неравномерном распределении полезного компонента в залежи. На поверхность рудное тело не выходит. Падение залежи пологое под углом 5-45° (среднее 25°) на юго-запад.

Рудное тело 4 вскрыто 12 скважинами в 3 профилях (II-II, IX-IX, III-III, IV-IV и V-V) на глубине 195 - 384м и прослежено по простиранию в плане на 800м при ширине 150-180м. Рудная залежь залегает в подошвенной части гарполита, повторяя в разрезе чашеобразную форму его дна.

Оно имеет линзовидную форму в плане и разрезе, вытянуто в юго-западном направлении (800 x 180м). Средняя мощность залежи - 21,8м (с колебаниями от 4,0м до 37,6м), среднее содержание меди 0,48% (от 0,33% до 0,90%), никеля – 0,241% (от 0,165% до 0,451%), кобальта – 0,014% (от 0,009% до 0,026%). Коэффициенты вариации мощностей составляют 77,9%, содержаний меди – 44,4%, линейных запасов – 77,0%, что говорит о неравномерном распределении полезного компонента в залежи. На поверхность

рудное тело не выходит. Падение залежи пологое под углом $3-35^0$ (среднее 24^0) на юго-запад.

Глубже 4-го рудного тела залегает серия линз, рассматриваемая предшественниками как рудное тело 5. Линзы залегают на контакте с подстилающими вмещающими интрузив породами и характеризуют собой нижнюю границу месторождения. Всего выделено 4 линзы, 3 из них подсечены одной скважиной каждая и четвертая выделяется по двум соседним скважинам 117 и 8. Мощности линз по этим скважинам составляют 7, 8, 24 и 32 метра.

Основной тип руд вкрапленный. Во всех рудных залежах отмечается определенная закономерность в распределении полезных компонентов; как правило, наиболее высокие содержания их наблюдаются в средних частях рудных тел, а в верхних и нижних частях несколько пониженные. В рудах установлено наличие платины (до 0,017 г/т), палладия (0,17 г/т), радия (менее 0,02 г/т). Содержания серебра составляют от 2,5 г/т до 8,6 г/т (в отдельных пробах они достигают 50 г/т).

4 Петрографические и минералогические особенности месторождения Южный Максут

4.1 Петрографический состав

Cu-Ni месторождение ликвационного класса Южный Максут образовалось в результате разделений магмы из расплава основного состава. При остывании такого расплава происходит накопление рудообразующих минералов, при этом магма рудно-силикатного состава при охлаждении распадается на две несмешивающиеся части – рудную и силикатную, раздельная кристаллизация которых приводит к обособлению промышленных скоплений медно-никелевых руд. Преобладающим источником рудообразующих элементов месторождения было глубинное вещество подкоровой магмы.

К малому (2,5 км²) массиву расслоенных габброидов, прорывающих карбонатно-терригенные отложения нижнего карбона приурочено оруденение на месторождении Южный Максут.

Массив предусматривает собой сложно сложенный лопполит в целом чашеобразной формы. Никелево-медно сульфидное оруденение – вкрапленность и небольшие обособления сплошных руд в рудоносных габброидах – оливиновых, оливинбиотитовых габбро-долеритах, в породах, которые переходят в оливиновые габбро-нориты и нориты. Содержание сульфидов во вкрапленных рудах достигает 45 %, в сплошных – 80–95 %.

Сульфидные (медно-никелевые) руды месторождения Максут генетически связаны с дифференцированным массивом габброидов аргимбайского интрузивного комплекса. По морфологии габброидная интрузия представляет собой гарполит. В составе интрузии выделяются 3 основные разновидности: лейкократовые габбро, нориты, габбро-нориты, габбро-диабазы.

Породообразующие минералы представлены в основном пироксеном, меньше – слюдой (биотитом), полевыми шпатами, хлоритом, роговой обманкой, серпентином.[2]

Петрографический состав руд месторождения Максут:

Шлиф 1-1: породообразующие минералы представлены биотитом, пироксеном. Из акцессорных минералов встречается: апатит (Рисунок 2).

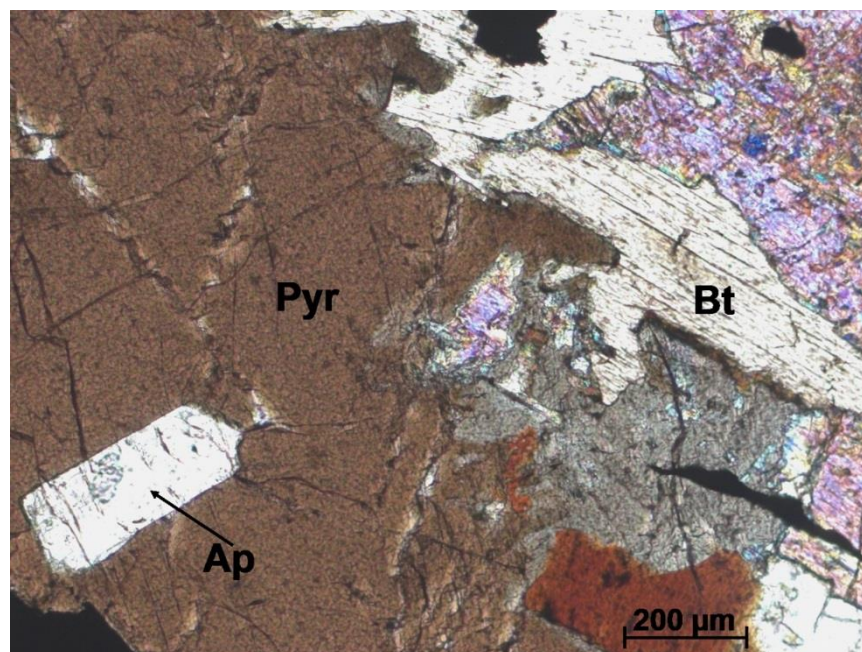


Рисунок 2 - Шлиф 1-1. Апатит в зерне пироксена

Пироксен – цвет темно коричневое, плеохроизм отсутствует. Имеет совершенную спайность. Относится к группе VI, показатель преломления у пироксенов равно 1,66-1,78, анизотропный.

Биотит - спайность весьма совершенная. Цвет минерала обычно бурый разных оттенков и интенсивности. Иногда буроватый, буровато-красный. В шлифах отличается от других минералов своим темно-коричневым цветом, ясным плеохроизмом. По показателям преломления он относится к IV-V группам. Биотит-двуосный, отрицательный. Показатели преломления сильно колеблются в зависимости от содержания железа, находясь с его количеством в прямой пропорции, $n_g = 1,610-1,697$; $n_m = 1,609-1,696$; $n_p = 1,571-1,616$; $n_g-n_p = 0,039-0,081.3$

Апатит обладает призматическую форму. Трещинки отдельности поперек удлинения видны на относительно крупных кристаллах. Бесцветный и редко слабо окрашенный в голубой, фиолетовый, розовый, бурый, серо-черный от включений с равномерным или неравномерным распределением окраски, цвета. Одноосный, отрицательный, характеризующийся показателями преломления $P_o = 1,633-1,667$; $n_e = 1,630-1,664$; $ivn_e = 0,003$. Высокий рельеф, ясная шагреневая поверхность. Окрашенный апатит слабо плеохроизирует с изменением интенсивной окраски. Абсорбция по схеме $N_e > N_o$, редко $N_o > N_e$. Редко апатит бывает аномально двуосным минералом с углом оптических осей, достигающим 20.

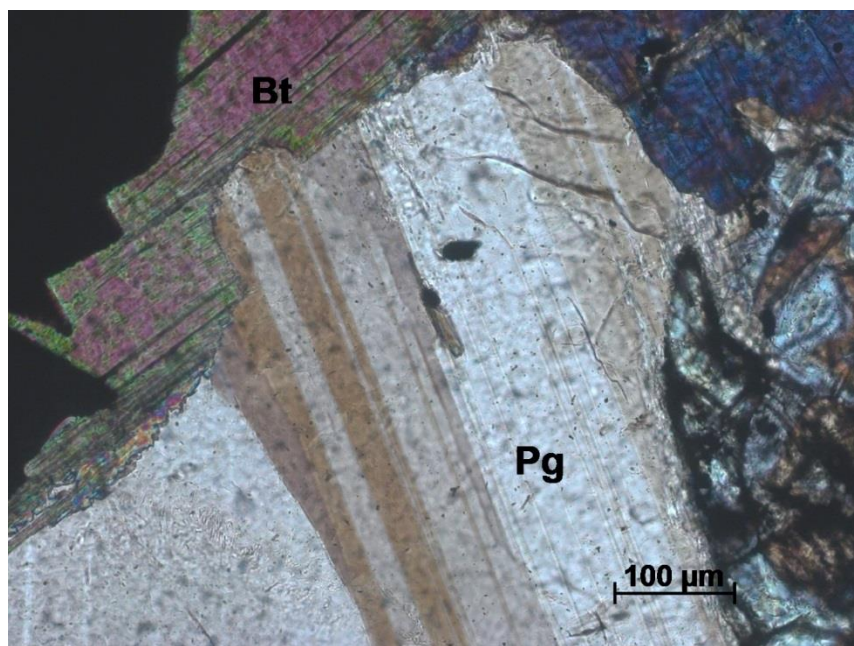


Рисунок 3 - Шлиф 1-2. Биотит с плагиоклазом

Шлиф 1-2: породообразующие минералы представлены биотитом и плагиоклазом (Рисунок 3).

Плагиоклаз - триклинный, таблитчатый, таблитчато-призматический. Характерна прямоугольная форма в шлифах. Самое характерное свойство плагиоклазов – наличие полисинтетических двойников. У плагиоклазов угол между плоскостями спайности составляет около 86° в отличие от других полевых шпатов, где он примерно равен 90° .

Угол погасания определяется между следом плоскости (010) и Np' (причем след плоскости (010) легко различается по развитию полисинтетических двойников. Он всегда меньше 45° , кроме анортита. Угол Np' : след (010) считается положительным, если Np' лежит в остром углу между трещинами спайности, и преломление плагиоклаза в этом случае будет выше бальзама, т. е. плагиоклазы № 20—100. Угол Np' : след (010) считается отрицательным, если Np' лежит в тупом углу между трещинами спайности, он не может быть больше 16° и преломление плагиоклаза будет ниже бальзама, т. е. плагиоклазы № 0—20. Для следа спайности (001) угол погасания больше 45° . [16]

Биотит - спайность весьма совершенная. Цвет минерала обычно бурый разных оттенков и интенсивности. Иногда буроватый, буровато-красный. В шлифах отличается от других минералов своим темно-коричневым цветом, ясным плеохроизмом. По показателям преломления он относится к IV-V группам. Биотит-двуосный, отрицательный. Показатели преломления сильно колеблются в зависимости от содержания железа, находясь с его количеством в прямой пропорции, $n_g = 1,610\text{--}1,697$; $n_m = 1,609\text{--}1,696$; $n_p = 1,571\text{--}1,616$; $n_g - n_p = 0,039\text{--}0,081$.

Выводы: Зоны медно-никелевой сульфидной минерализации приурочены исключительно к меланократовым габброидам подошвенной части интрузии. Оруденение месторождения Максут относится к медно-никелевому промышленному типу. Промышленное медно-никелевое оруденение располагается в придонной части гарполита и представлено залежами вкрапленных, прожилково-вкрапленных, реже - сплошных, связанных между собой переходами, сульфидных (пирротин-халькопирит-пентландитовых) руд.

4.2 Минералогический состав

В целом руды месторождения медно-никелевые. Разведанные на участке Южный Максут медно-никелевые руды разделяются на первичные сингенетические и эпигенетические и относятся к медно-никелевому промышленному типу. Сульфидные минералы образовались в результате магматических процессов с наложением гидротермальных.

Для месторождения Южный Максут проведен анализ проб и изучены 5 шлифов и 5 аншлифов из руд, которые изучались на поляризационном микроскопе.

Основными рудными минералами в первичных сингенетических рудах, в порядке убывания, являются: пирротин, ильменит, халькопирит, пентландит, виоларит, магнетит и титаномагнетит, пирит. Второстепенные рудные минералы: галенит, сфалерит, марказит, миллерит, в единичных случаях встречается мельниковит-пирит. Породообразующие минералы представлены в основном пироксеном, меньше - слюдой (биотитом), полевыми шпатами, хлоритом, роговой обманкой, серпентином. Количественный минеральный состав руды приведен в таблице 4.1.

Сульфидная вкрапленность представлена пирротинном и халькопиритом (размеры 0.0n мм), приурочена к интерстициальным выделениям титаномагнетита, биотита и апатита, на завершающем этапе кристаллизации идет насыщение серным расплавом. Внутри оливиновых долеритов расположен обособленное тело (вторая фаза) монцогабброноритовые оливиново меланократовые с избыточной сульфидной вкрапленностью. Сульфиды формируют как каплевидную вкрапленность, с обособленным сидеронитовой структурой. Это подтверждается присутствием фазы сульфидного расплава уже на ранних стадиях кристаллизации монцогабброноритов, что определяет образование массивных сульфидных руд. На данном этапе основными рудными минералами исследованного месторождения представляется: пирротин, халькопирит, пирит, титаномагнетит, ильменит, виоларит, пентландит. представлены Сфалерит, галенит, алтаит являются второстепенными рудными минералами. Подчеркивая редкие минералы необходимо выделить Ni-содержащий Со-сульфоарсенид и гессит. Также был найден в халькопирите редкий Pd-содержащий минерал (предположительно фрудит – PdBi₂) в виде гипидиоморфного зерна размером 20 × 10 мкм.

При кристаллизации базитового расплава формируются титаномагнетитовые и ильменитовые идиоморфные зерна. Скелетные кристаллы представлены титаномагнетитовыми зернами неправильной формы. Пластинки ильменита в виде решетки распада твердого раствора встречаются часто в титаномагнетите. В породе ильмениты представлены идиоморфными отдельными зернами. Эти два минерала замещают и корродируются зернами пирротина и халькопирита. Зерна этих минералов достигают первых мм. Кристаллы пиррита формируются идиоморфными вкрапленностями в породе (0.5 мм) так же формируются в руде пирротин-халькопиритами. На месторождении Южный Максут самыми распространенными минералами являются халькопирит и пирротин. Минералы тесно формируются друг с другом и не часто формируют отдельные зерна. От первых мм до нескольких см размеры агрегатов представлены этими минералами. Зерна других минералов цементируются агрегатами пирротин-халькопирита и формируют микропрожилки (0.5 мм в длину), во вмещающей породе образуются изометричные скопления. Часто в пирротине замечаются продукты распада пламенеvidные зерна в виде пентландита, виоларитом замещается края пирротина, они развиты по трещинам в пирите. Сфалерит формирует зерна неправильной формы и микропрожилки в агрегатах халькопиритова и в вмещающих породах. Длина микропрожилков составляет 0.5 мм. Во вмещающей породе в единичных микрозерен встречаются галенит, алтаит, гессит и фрудит, халькопирит. В ассоциации с халькопиритом в образце скарна встречается Ni-содержащий Со-сульфоарсенид в виде зерен до 0.015 мм. В скрещенных николях минерал анизотропен и представлен высоким химическим составом никеля, но требуется рентгеноструктурные исследования для дальнейшей точной диагностики. Марганцовисто-железистые образования сложены охристыми продуктами в зонах окисления, они переходят в карбонаты и оксиды мелкозернистого агрегата Fe, Ni, Cu и мелкими новообразованиями самородной меди.

На месторождении Южный Максут основными элементами руд являются Cu и Ni, попутные – Fe, Co и Ti. На этом месторождении основные руды, медно-никелевые с примесью Co, Ag, Pt и других элементов, соотношение $Cu : Ni : Co = 24 : 19 : 1$. Содержание серебра – 6.1 г/т, никеля – 0.33 %, меди – 0.45 %, кобальта – 0.02 %, [Щерба и др., 2000]. В Гоби-Тяньшанского рифтогенного и Зайсан-Гобийского поясов располагаются близкие по составу и возрасту габброидов Cu-Ni-ЭПГ месторождения Северо-Западного Китая (Калатонг (крупное по запасам Ni и среднее по Cu), Хонглинг, Хуангшань, Джавхлант, Побей и др.). В этом плане по другому могут исследоваться перспективы не только Южно-Максутского, но и Северо-Максутского интрузива, а также других схожих магматических интрузий Восточного Казахстана, Северного Китая и Западной Монголии.

Опробование. В процессе поисков и разведки месторождения Максут в период 1974-1992г.г. отбирались бороздовые, керновые, геохимические, групповые, штучные, малообъемные технологические и лабораторно-

технологические пробы, а также пробы для определения объемного веса и влажности руд и пород.

Бороздовые пробы отбирались по канавам и шурфам, пройденным при съемочных и поисковых работах в 70-ые годы. В шурфах пересекающих рудоносную зону, пробы в первые годы работ брались через 1м по стенкам в шахматном порядке, позднее в мелких шурфах по дну в зависимости от глубины врезки в коренные породы и от геологической ситуации, а в глубоких шурфах отбирались по двум противоположным стенкам непрерывной вертикальной бороздой. Опробование канав производилось также по одной или двум стенкам непрерывной бороздой, при этом длина борозды не превышала 2,0м. Основное сечение борозды было принято в первые годы работ 5х2-4см, в последующие годы - 5х3см, 10х3см. Контроль отбора проб проводился взятием бороздовой пробы сечением 10х5см по верхнему краю основной борозды. Все горные выработки опробовались секционными бороздами длиной (в зависимости от мощности рудной зоны) от 0,5-1,0 до 1,5-2,0м.

Вес бороздовых проб в зависимости от длины и объемного веса литологических разностей и руд составлял 0,5-12,0кг. При длине пробы 1,0м и размера борозды 5х3 см средний вес составлял – 4,0кг.

Керновыми пробами в скважинах опробовались только рудные зоны с выходом во вмещающие породы на 4-6м, а по пустым породам отбирались геохимические пробы пунктирно-точечным способом путем отбора сколков через 0,3-0,5м поинтервально через 5-10м. Такая методика позволяла значительно сократить затраты и время на опробование и анализы. Пробы отбирались с учетом литологических разностей руд, степени окварцевания и сульфидной минерализации длиной не более 1,0-2,0м (в основном 2- метровыми интервалами). Отбор проб производился путем раскалывания керна вдоль оси на керноколе. Одна половина его направлялась в пробу, а другая оставалась в качестве дубликата и использовалась для контроля отбора проб. При бурении диаметром 59мм, а также двойными колонковыми трубами или эжекторным снарядом, т. е. при диаметре керна 41мм и менее, в пробу отбирался весь керн, за исключением представительного образца.

В 1991-1992г.г., в соответствии с «Методическими указаниями...» (ЦНИГРИ, 1976г.), в пробу отбирался весь керновый материал и при диаметре бурения 76мм, за исключением представительного образца.

Геохимические пробы отбирались из керна скважин, не охваченных керновым опробованием, путем набора сколков до оптимального веса (0,3-0,5кг) секционно, из каждой разновидности пород и зон различных метаморфических изменений. Вес пунктирно-точечной пробы составлял 500г. Длина опробуемого интервала колебалась от 1м, реже - от 0,3-0,5м, до 5м. В среднем длина пунктирно-точечной пробы составила 3м.

Групповые пробы отбирались для определения в рудах сопутствующих компонентов и для точного установления границ подзон зоны окисления. Пробы формировались из 5-7 навесок рядовых проб. Компановка групповых проб осуществлялась по типам руд, а также с учетом классов содержаний ме-

ди, как ведущего рудного компонента. Для расчета массы каждой навески определяющим являлся конечный вес групповой пробы – 500г.

Штуфные пробы отбирались с целью изучения объемной массы и влажности руд из скважин. Всего отобрано 40 образцов: из них 20 – из зоны полного окисления, 10 - из зоны вторичного сульфидного обогащения и 10 – из зоны скопления минеральных пигментов.

Технологическое опробование осуществлялось с целью минералогического картирования руд, исследования вещественного состава первичных и окисленных руд, технологии их обогащения и металлургического передела. Пробы отбирались из керна скважин, хвостов дробления и обработки проб руды, а также выемкой целиков из стенок и полотна карьера.

В 2006-2008г.г. на участке Южный Максут отбирались бороздовые пробы из расчисток и канав, керновые, технические для определения физико-механических свойств пород и руд, а также одна технологическая проба из окисленных руд и две технологические пробы из сульфидных руд.

Бороздовое опробование производилось по стенкам канав и расчисток в карьере на высоте 5-10см от полотна. Средняя длина пробы-2м, сечение борозды – 10х3см, вес пробы – 16,2кг. Всего было отобрано 537 проб.

Керновые пробы в скважинах колонкового бурения отбирались с учетом длины рейса, литологических разностей пород, зон дробления и минерализованных зон по общепринятой методике. В пробу отбирался весь материал керна, за исключением представительного образца. Средняя длина пробы – 1м, средний вес пробы-4,1кг. Всего отобрано 1156 проб.

В 2008-2011гг. на участке Южный Максут отбирались керновые, геохимические пробы из скважин, групповые, инженерно-геологические пробы.

Керновые пробы в скважинах колонкового бурения отбирались с учетом длины рейса, литологических разностей пород и минерализованных зон по общепринятой методике. В зоне распространения первичных руд кернавому опробованию подвергались только породы с видимой сульфидной минерализацией, независимо от её концентрации и минерального состава. Из вмещающих пород отбирались две ограничивающие пробы длиной по 1метру из кровли и подошвы рудного интервала. В пробу отбирался весь материал керна, за исключением представительного образца. Зона распространения окисленных руд опробовалась метровыми интервалами, средний вес пробы-4,1кг. Всего отобрано 1981 проба.

Геохимические пробы отбирались из неминерализованной части керна путем набора сколков предварительно раздробленного керна до оптимального веса (0,3–0,5кг) секционно, из каждой разновидности пород и зон различных метаморфических изменений. Длина опробуемого интервала в среднем 3,0м. Всего отобрано 1292 геохимических проб.

Групповые пробы отбирались для определения в рудах сопутствующих компонентов и для точного установления границ подзон зоны окисления. Пробы формировались из 5-7 навесок рядовых проб. Компоновка групповых

проб осуществлялась по типам руд, а также с учетом классов содержаний меди, как ведущего рудного компонента. Было отобрано 260 групповых проб

В 2009-2011 г.г. отобрано 5 малых технологических проб. Акты отбора и паспорта технологических проб представлены в приложении.

Инженерно-геологические пробы отбирались для изучения физико-механических свойств горных пород, определения объемного веса отобрано 60 образцов из сульфидной руды, рудовмещающих пород и роговиков, вмещающих интрузивный массив участка Южный Максут. Образцы отбирались из керна разведочных скважин.

Минеральный состав руд месторождения Максут определялся по изучению минералов в шлифах и аншлифах.

Разведанные на участке Южный Максут медно-никелевые руды разделяются на первичные сингенетические и эпигенетические и относятся к медно-никелевому промышленному типу. Сульфидные минералы образовались в результате магматических процессов с наложением гидротермальных.

Основными рудными минералами в первичных сингенетических рудах, в порядке убывания, являются: пирротин, ильменит, халькопирит, пентландит, виоларит, магнетит и титаномagnetит, пирит. Второстепенные рудные минералы: галенит, сфалерит. Пороодообразующие минералы представлены в основном пироксеном, меньше - слюдой (биотитом), полевыми шпатами, хлоритом, роговой обманкой, серпентином. Минеральный состав сульфидной руды месторождения Максут представлен ниже (Таблица 2).

Таблица 2 - Минеральный состав сульфидной руды месторождения Максут
Рудные минералы:

Нерудные минералы:

№	Минералы
1	Пироксены
2	Слюда
3	Полевые шпаты
4	Оливин
5	Серпентин
6	Амфибол
7	Барит
8	Апатит
9	Циркон
10	Сфен
11	Флюорит

Рудные минералы:

№	Минералы
1	Пирротин
2	Халькопирит
3	Пентландит
4	Магнетит
5	Сфалерит
6	Галенит

Текстура руды вкрапленная, гнездово-вкрапленная, прожилково-вкрапленная, пятнистая, редко массивная. Преобладают гнездово-вкрапленная, вкрапленная и пятнистые текстуры, которые создаются обособлением

пирротиновых скоплений размером от 3-5мм до 8-10мм. Структура замещения, сидеронитовая, гипидиоморфнозернистая, аллотриоморфнозернистая, пламенивидная, субграфическая, распада твердых растворов.

Магнетит и титаномагнетит, как правило, находятся в сростках между собой, а также с пирротинном, халькопиритом, пентландитом, нерудными минералами и тесно ассоциирует с ильменитом. В более крупных участках этих минералов они образуют зерна округлой и неправильной формы, реже октаэдрической формы. Очень часто магнетит переполнен шпинелью и содержит ильменит, как в виде тонких пластинок, так и более крупных выделений неправильной формы. Нередко магнетит наблюдается в виде мельчайших образований в участках нерудных минералов. Отмечаются скелетные кристаллы магнетита с включениями пирротина. Размер зерен магнетита от сотых долей мм до 0,24 x 0,32мм (Рисунок 4).

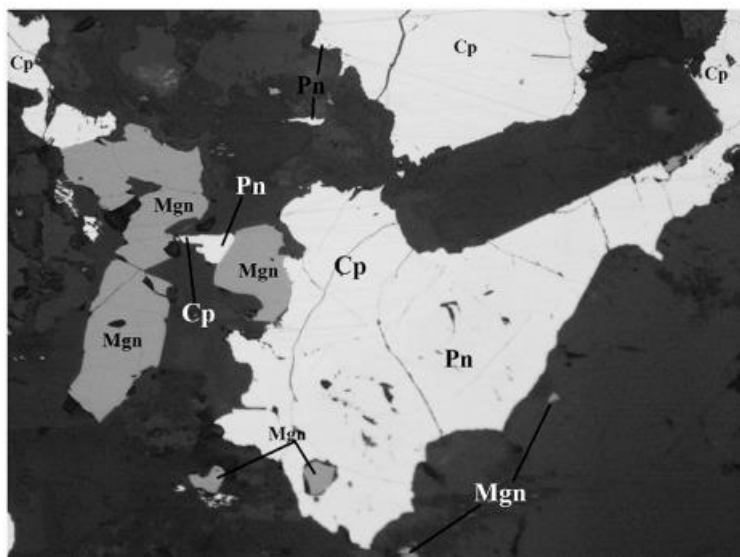


Рисунок 4– Фото аншлифа (увел. 200): аллотриоморфнозернистые срастания пирротина (Pn), халькопирита (Cp) и магнетита (Mgn)

Ильменит представлен зернами неправильной округлой, продолговатой формы, а также встречается в виде тонкопластинчатых выделений в магнетите. Он корродируется всеми позже выделившимися сульфидами и нерудными минералами. Отдельные зерна ильменита с зигзагообразными контурами, выполненными прожилками халькопирита и пентландита, шириной 0,004мм, 0,0018мм и включениями пирротина полуовальной формы, размером от тысячных долей мм до 0,016x0,08мм, 0,008x0,01мм. Крупность зерен ильменита 0,32x0,48мм, 0,16x0,24мм, 0,16x0,64мм (Рисунок5).

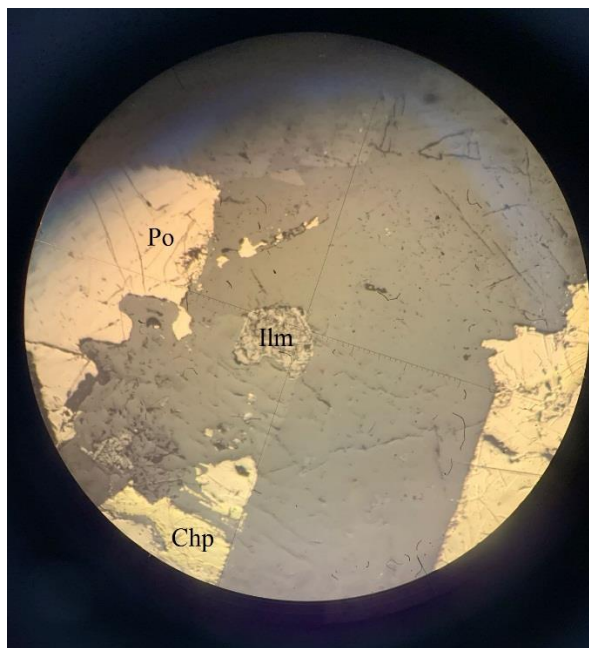


Рисунок 5— Фото аншлифа (увеличение 200): зернопентландита (Po), ильменита (Ilm) и халькопирита (Ср)

Пентландит представлен в основном 2 генерациями (с некоторым преобладанием II) в виде мелких штрихов и пламенивидных выделений в пирротине. Он является главным никель-кобальтовым минералом и образуется одновременно с пирротинном, составляя часть пирротиновых руд. Пентландит I генерации образует довольно крупные сильно трещиноватые скопления, пронизанные нерудными минералами и пылевидными частичками в пирротине на контакте его с халькопиритом или породой. Пентландит II генерации представлен ксеноморфными и изометричными выделениями, приуроченными, в основном, к периферийным частям зерен пирротина и имеет размер 0,16 x 0,24мм, 0,04 x 0,08мм. Он может быть расположен на границе зерен пирротина и халькопирита, а также образует полосы шириной от 0,032мм до 0,16мм, выполняя промежутки между зернами пирротина, образуя типичные петельчатые срастания. Наблюдаются выделения пентландита и более поздней генерации в качестве продуктов распада твердого раствора никеля в пирротине (около 2%). Он имеет характер клиновидных и пламенивидных выделений, приуроченных к мелким трещинам в пирротине или границам зерен, вдаваясь во внутренние участки пирротина. По пентландиту развиваются игольчатые зерна миллерита размером от 5-40мкм до 200мкм (Рисунки 6 и 7).

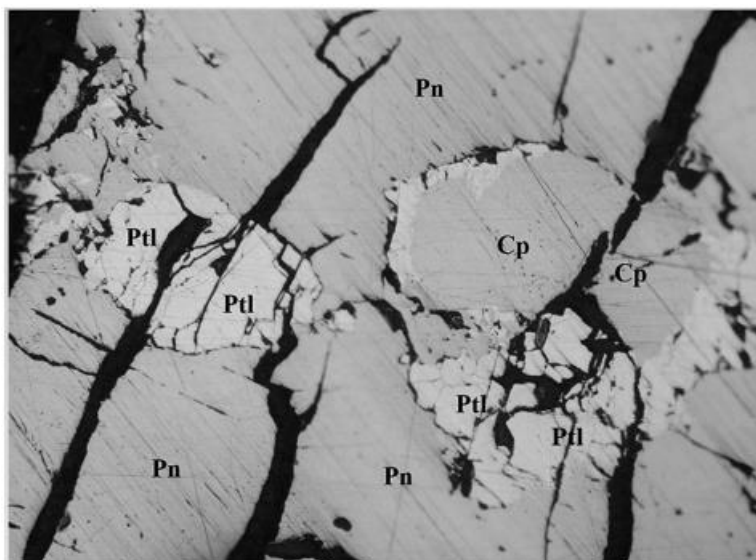


Рисунок 6 – Фото аншлифа (увеличение 200): тесные срастания пирротина(Pn) и халькопирита (Cp)

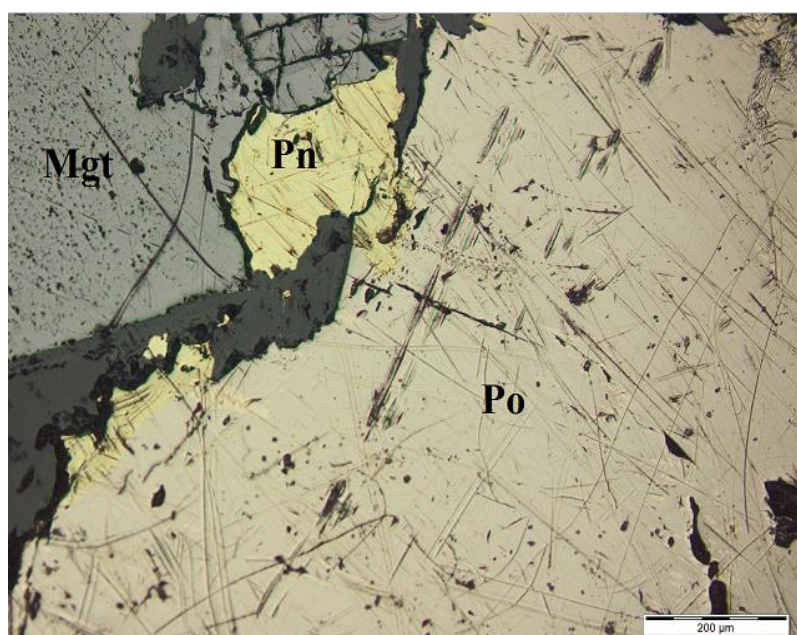


Рисунок – 7 Фото аншлифа (увеличение 200): зерно пентландита (Pn)с пирротинном и магнетитом (Mgt)

Пирротин является основным рудообразующим минералом. Он представлен на 2/3 моноклинной и на 1/3 гексагональной разновидностями. Пирротин образует относительно крупные зерна неправильной формы (1 x 2мм, редко - 5мм) и тесно взаимно прорастает с нерудными минералами, халькопиритом, пентландитом, титаномagnetитом, магнетитом, ильменитом или содержит их микровключения. Находится в тесной ассоциации с халькопиритом, Иногда пирротин-халькопиритовая минерализация локализуется в виде

агрегатов, в которых халькопирит располагается в виде оторочки верхней или боковых частей агрегатов. Граница минеральных агрегатов резкая под углом 90° к оси зерна. Соотношение халькопирита к пирротину от 1:3 до 1:7. Часто сульфиды содержат агрегат идиоморфных кристаллов длиннопризматической роговой обманки или округлые оплавленные включения атакситовых долеритов размером 1,0–1,5 см. Незначительная часть пирротина представлена угловатой мелкой вкрапленностью в темноцветах или интерстициях между лейстами плагиоклаза. Контуры зерен неровные, волнистые, зигзагообразные. Сплошные пирротиновые руды представлены грубозернистыми агрегатами, в которых при небольшом увеличении можно заметить включения пентландита и халькопирита (Рисунок –8).

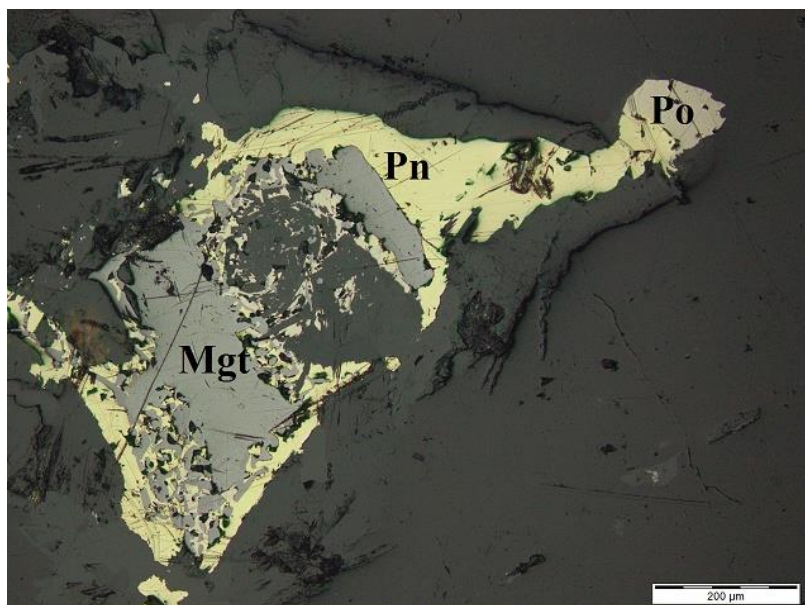


Рисунок – 8 Фото аншлифа (увеличение 200): зерно пентландита (Pn)с пирротинном и магнетитом (Mgt)

Халькопирит кристаллизуется после пирротина или почти одновременно с ним, о чем говорят ровные границы их срастания и, в большинстве случаев, приурочен к краевым частям зерен пирротина в виде удлинённой неправильной формы кристаллов размером 0,08 х 0,16мм, 0,1 х 0,24мм, 0,024 х 0,056мм. Халькопирит встречается как самостоятельно в виде изометричных, округлых зерен размерами 10-70мкм и угловатых игольчатых зерен 3-25мкм среди нерудных минералов, так и в срастании с пирротинном в виде периферийных оторочек, часто прерывистых, вокруг зерен пирротина шириной 0,044мм. Местами он образует тонкие нитевидные и линзовидные прожилки в пирротине и в нерудных минералах размером 0,008 х 0,04мм. В роговиках и меланократовых среднезернистых габбро-долеритах в зоне контакта с роговиками встречаются обособления и прожилки до 1,0-1,5см. массивного халькопирита. В отдельных случаях можно встретить прорастания пирротина,

пентландита, халькопирита, образующих субграфическую структуру (Рисунок – 9).

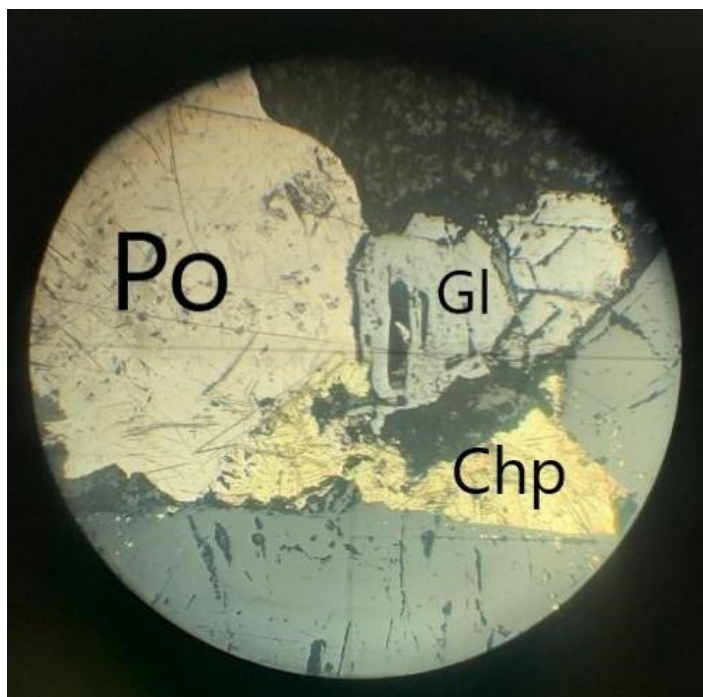


Рисунок – 9. Фото аншлифа (увеличение 200): зерно галенита (Gn) с пирротином (Po) и халькопиритом (Chp)

Пирит чаще находится в сростках с пирротином, халькопиритом, нерудными минералами в контактовых роговиках или образует в них микровключения, выполняет микротрещинки, пустотки и нитевидные прожилки. Кроме того, в роговиках он образует тонко рассеянную пылевидную вкрапленность.

Виоларит замещает по краям зерна пирротина, вдаваясь на 50-200мкм в глубину зерна, а так же развивается на контакте пирротина и халькопирита, замещая пирротин.

Галенит. Встречается в решетчатых структурах распада титаномагнетита в виде включений зерен размерами 5-25мкм, проросших игольчатым нерудным (Рисунок – 10).

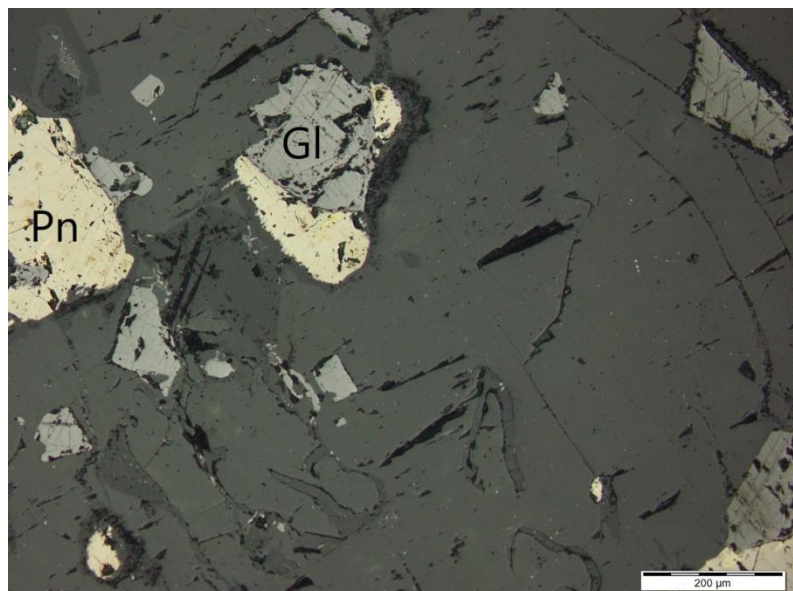


Рисунок – 10. Фото аншлифа (увеличение 200): зерно галенита (Gn) и пентландита (Pn).

Сфалерит. Встречается в виде редких округлых включений размерами 2-10мкм, редко 20мкм во вкрапленниках халькопирита, пирротина, прожилках пирита, во вмещающей породе (Рисунок – 11).

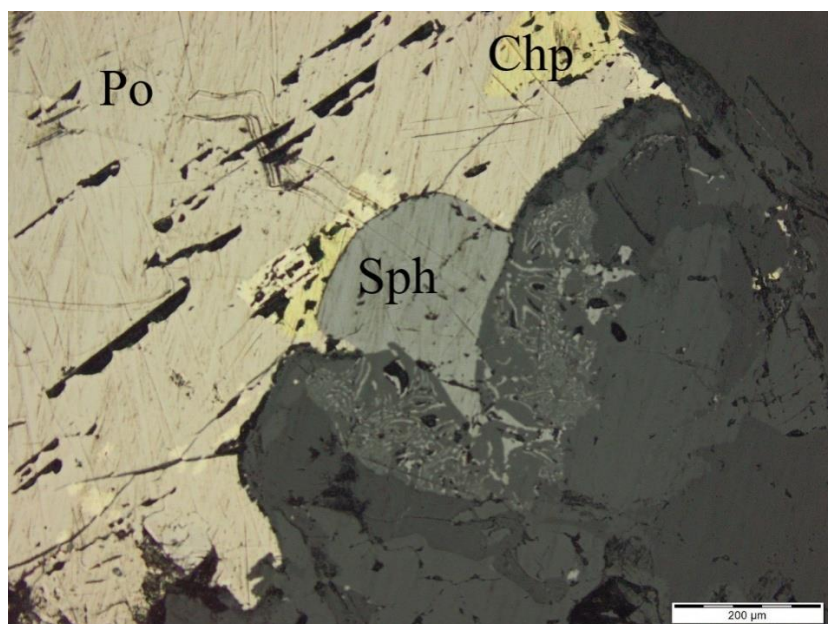


Рисунок – 11. Фото аншлифа (увеличение 200): тесные сростания халькопирита (Chp) с пирротинном (Po) и зерно сфалерита (Sph)

Марказит. Гипергенный марказит находится в тесной ассоциации с пиритом, марказит-пиритом, замещает пирротин. Форма зерен марказита аллотриоморфная, игольчато-копьевидная, размеры зерен 1-5мкм. В сульфидных гнездах марказит замещает марказит-пирит по трещинам полосами мощно-

стью 15-80мкм, образует линзовидные, округлые участки размерами 80-200мкм. Микротрещины в породах выполнены тонкозернистым марказитом 2-5мкм. Отмечается распределение копьевидных зерен марказита по границам нерудных зерен, а также вкрапленность игольчатых зерен марказита в нерудных. Размер зерен 2-5мкм.

Миллерит. Замещает пентландит. Образует удлиненные, игольчатые, линзовидные зерна размером 2-40мкм в поперечнике в зернах пирротина. Редко встречаются зерна миллерита округло-вытянутой формы до 200мкм в поперечнике.

Преобладающая вкрапленность медных и никелевых минералов 0,01-0,03мм. Породообразующие минералы в пробе составляют 79%, рудная часть – 21%. Наряду с медью и никелем содержится сера (до 6,27%).

В результате работ на участке Южный Максуд к попутным компонентам относятся никель, кобальт, серебро.

Никель, кобальт, серебро накапливаются в продуктах обогащения медных руд. Отдельных минеральных форм не образуют. Попутные полезные компоненты изучались по данным химического и пробирного анализов рядовых и групповых проб, а также при исследовании технологических проб. Все полезные компоненты встречаются в основных рудных минералах зоны окисления, не образуя собственных минеральных обособлений. Поэтому можно считать распределение попутных компонентов в рудных телах достаточно равномерным. Участки обогащения попутными компонентами отсутствуют, поэтому селективная добыча и переработка невозможна. Основными источниками полезных компонентов в сульфидных рудах являются минералы: никеленосный пирротин, пентландит, халькопирит.

Проведены анализы групповых проб, сформированных из сколков по керну скважин, пройденных в разных частях месторождения. Результаты анализов подтвердили отсутствие в значимых количествах золота, свинца, цинка и других элементов кроме выделенных попутных меди, никеля, кобальта и серебра.

Выводы:

Медь в руде минераграфическим методом установлено, что в исследуемой руде медь представлена только халькопиритом, который ассоциирует с пирротинном, образуя совместные сростки, и сравнительно часто – микровключения в его агрегатах в виде удлиненных клинообразных форм внедрения с периферии в его агрегаты неправильных форм внутри размером от 0,03мм до 0,25мм.

Никель в руде представлен никельсодержащим пирротинном, а остальные находятся в виде примеси в нерудном.

Пентландит встречается в пирротиновых агрегатах в виде микровключений пламенивидных и веретенообразных форм структур распада твердого раствора, а также в виде микрозернистых прожилков по трещинкам катаклаза в сплошных массах пирротина мощностью (0,003-0,10) мм, либо в виде пуч-

ковидных и лучистых микроагрегатов с размером отдельных пластинок от 0,010мм до 0,050мм по удлинению.

Одним из основных рудных минералов данной руды является пирротин, который образует рассеянную, вкрапленную, гнездообразную и сплошную текстуры выделений отдельных зерен и мелких зернистых агрегатов размером от 0,005мм до 0,10мм и от 0,10мм до 0,15мм в нерудном. Встречены тонкие выделения его в виде просечек пластинчатых форм по спайности нерудного. Пирротин встречается в сростках с халькопиритом и пентландитом в виде тонкозернистых агрегатов по границам и микровключений пламеневидных форм внутри пирротина структур распада твердого раствора, редко пирротин встречается в совместных сростках с халькопиритом и реже – магнетитом и в своих зернистых агрегатах содержит эти минералы в виде микровключений.

Из сульфидных минералов в исследуемой руде редко отмечается пирит, образуя скрытозернистые агрегаты размером от 0,020мм до 0,50мм в виде неправильных форм и каемок по границам кристаллов нерудного, а также в сростках с халькопиритом кубических форм, и в виде прожилков в пирротиновых массах по трещинкам катаклаза мощностью 0,07÷0,15мм.

Магнетит образует рассеянную вкрапленность отдельных кристаллов и их агрегатов в нерудном размером от 0,10мм до 0,50мм. Форма кристаллов магнетита гипидиоморфная. Магнетит часто встречается в сростках с пирротинном, редко с халькопиритом и ильменитом. Некоторые кристаллы магнетита содержат тонкопластинчатые формы ильменита распада твердого раствора, а также встречаются незначительные количества магнетита в виде графических и мирмекитовых структур срастаний с нерудным совместно с ильменитом.

Ильменит образует частые срастания с магнетитом в его агрегатах, а также образует обособленные вкрапления отдельных зерен в нерудном размером от 0,03мм до 0,20мм по удлинению, пластинчатых форм и в виде графических и мирмекитовых срастаний с магнетитом в нерудном.

Рудные минералы имеют вкрапленные, тонковкрапленные, редковкрапленные, гнездообразные, графические и мирмекитовые текстуры.

Структуры рудных минералов: пламеневидные, веретенообразные и структур распада твердого раствора.

Вмещающие породы представлены: полевыми шпатами - 40,0%, агрегатами (пироксен – амфибол - плагиоклазовой массой с тонкой вкрапленностью сульфидов, хлоритизированной, карбона-тизированной) – 16,42%, пироксенами – 15,0%, биотитом – 7,0%.

Основным методом извлечения ценных компонентов из данной руды является как флотация, так и магнитная сепарация, в связи с текстурно-структурными особенностями пирротина и пентландита в данной руде их селекция затруднительна выше указанными методами.

5 Изучение вещественного состава руд и особенности формирования рудной минерализации

Разведанные на участке Южный Максуд медно-никелевые руды разделяются на первичные сингенетические и эпигенетические и относятся к медно-никелевому промышленному типу. Сульфидные минералы образовались в результате магматических процессов с наложением гидротермальных.

Строго определенное положение в земной коре занимает магматические медно-никелевые месторождения. Они тяготеют к наиболее мобильным участкам и образуются на краях активизированных платформ или на щитах. Отличительной особенностью платформенных месторождений является сближенность процессов их формирования во времени. Эпоха внедрения материнского интрузива для месторождений, которые на щитах, была последовательна отделена очень большим промежутком времени от эпохи самопроизвольного формирования массивных руд.

Главным путем образования месторождений является ликвация, которая обусловлена снижением растворимости сернистых соединений Fe, Ni и Cu с понижением температуры. Зависимости от состава в кристаллизующейся магме ликвация может происходить по-разному в Fe, S, SiO₂ и Al₂O₃. Присутствие Fe и S в силикатном расплаве повышает растворимость сульфидов, а добавка в расплав SiO₂ и Al₂O₃, наоборот, уменьшает ее и способствует ликвации. Существуют две возможные схемы кристаллизации базальтовой магмы трапповой дифференциации:

1) в процессе кристаллизации расплав идет обогачение железом, соответственно это препятствует процессу ликвации. Формируются феррогаббровые породы;

2) содержание железа при процессе кристаллизации в расплаве падает непрерывно и обогачение происходит из-за плавления сланцев Al₂O₃ и SiO₂, расплав с формированием скоплений сульфидов приводит к ликвации.

Сульфидные и силикатные расплавы магмы образуются в следствии процесса ликвации и в дальнейшем кристаллизуются независимо друг от друга, далее идет кристаллизация сульфидов на 200—300°C опережая выделение силикатов.

Сульфиды могли оставаться в одном и том же месте в зависимости от геологической и тектонической обстановки, далее сингенетические руды формируют скопления, по контакту с вмещающими породами могут проникнуть в трещины в зоны дробления и в тело интрузива, образуя «отщепленные» тела эпигенетических медно-никелевых руд.

В интервалах между силикатными минералами сульфиды кристаллизовались в условиях медленного охлаждения и спокойного застывания интрузии (внутрикамерная дифференциация), формируя руды с сидеронитовыми структурами или опускались вниз с формированием висячих и донных (на небольшом расстоянии от дна интрузии) залежей. Сульфиды могли быть отжаты и инъецированы в состоянии неспокойной тектонической обстановки с

формированием сплошных руд, залегающих в пластовых телах в форме жил. Характеризующийся текучестью сульфидный расплав куда больше превышает текучесть воды.

Процессы образования при температуре 600—700°C (температура распада титано-магнетита) протекали сульфидно медно-никелевые руды в последовательности: никельсодержащий пирротин — пентландит — халькопирит. На завершающем этапе процесса идет обогащение расплава и раствора медью и идет понижение содержаний серы и железа.

Следующий последовательность формирования минералов происходит таким образом сначала формировались кубические, идиоморфные и октаэдрические кристаллы магнетита и пластинчатые выделения ильменита, затем они выпадают в пирротинный, пентландитовый и халькопиритовый осадок, завершающий идет пиритовый осадок.

В итоге формирование месторождения Южный Максуд определяется как ликвационно-магматический.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе написании диссертационной работы были изучены минералогические и петрографические особенности медно-никелевого месторождения Южный Максут, то есть:

- были изучены геологические, геохимические, петрологические, минералогические данные для месторождения Южный Максут;
- был определен минералогический состав руд и вмещающих пород месторождения с помощью дополнительных микроскопических, лабораторных исследований.
- выявлены особенностей формирования медно-никелевой минерализации месторождений Южный Максут.

Результаты проведенного нами анализа позволяют сделать некоторые частные выводы, представляющие интерес для нашего исследования: медно-никелевые руды месторождения Южный Максут разделяются на первичные сингенетические и эпигенетические. Основными рудными минералами в первичных сингенетических рудах, в порядке убывания, являются: пирротин, ильменит, халькопирит, пентландит, виоларит, магнетит и титаномагнетит, пирит. Второстепенные рудные минералы: галенит, сфалерит, марказит, миллерит.

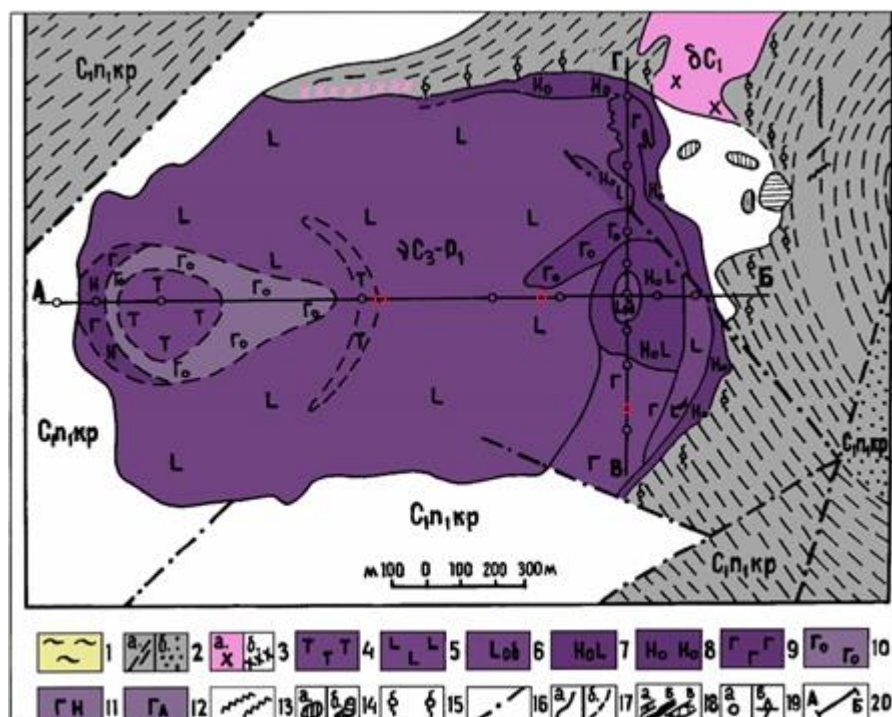
Главным путем образования месторождений является ликвация, которая обусловлена снижением растворимости сернистых соединений Fe, Ni и Cu с понижением температуры.

Таким образом, можно сделать выводы, что формирование месторождения Южный Максут определяется как ликвационно-магматический.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Байбатша А.Б. Геология месторождений полезных ископаемых. Учебник. Алматы: КазННТУ, 2019. – 432 с.
- 2 Смирнов А. П. и др. Подсчет запасов месторождений полезных ископаемых. Москва, 1960.- 671с.
- 3 Справочник. Месторождения меди Казахстана. Минеральные ресурсы Казахстана. Авторы: Х.А.Беспаев, В.А.Глоба, В.М. Абишев, Н.Я Гуляева. Алматы.1997. 154 с.
- 4 Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Алматы, 1996 г., 16с.
- 5 Инструкция по оформлению отчетов о геологическом изучении недр Республики Казахстан, Кокшетау, Информационно-правовый бюллетень, 2004, № 7 (113) с. 27-50.
- 6 Инструкция о содержании, оформлении и порядке представления в ГКЗ и ТКЗ материалов по подсчёту запасов твердых полезных ископаемых. Алматы, 1995 г., 19с.
- 7Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Алматы, 1996 г., 16с.
- 8Справочник. «Месторождения хрома, никеля, кобальта, ванадия Казахстана». Минеральные ресурсы Казахстана. Алматы 1998. 156 с.
- 9 Классификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод. Алматы, 1997 г., 7с.
- 10Байбатша А.Б. Инновационные технологии прогноза полезных ископаемых. Алматы: Асыл кітап, 2018. – 524 с.
- 11Байбатша А.Б. Инновационные технологии прогноза полезных ископаемых. Алматы: Асыл кітап, 2018. – 524 с.
- 12 Требования к обоснованию достоверности опробования рудных месторождений, Алматы, 1995 г., 34с.
- 13Инструкция о содержании, оформлении и порядке представления в ГКЗ РК материалов по подсчету запасов твердых полезных ископаемых, 1996г.
- 14Инструкция по внутреннему, внешнему и арбитражному геологическому контролю качества анализов разведочных проб твердых негорючих полезных ископаемых, выполняемых в лабораториях Министерства геологии СССР. Москва, ВИМС, 1982 г., 25с.
- 15РНД 03.02.01-93. Временная инструкция о порядке проведения оценки воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду (ОВОС) в Республике Казахстан, Алматы, 1993 г.
- 16Бекботаев А.Т. Бекботаева А.А. Микроскопия петрогенных минералов. Учебное пособие. – Алматы: 2015. 200 с.
- 17Дюсембаева К.Ш. Диагностика рудных минералов по их оптическим и физическим свойствам. Методическое указания. –Алматы: КазННТУ им. К.И. Сатпаева, 2014. –С. 1-33.

Приложение А



1 – рыхлые отложения; 2 – кокпектинская свита нижнего карбона – алевролиты (а), песчаники (б); 3 – штоки диоритовых порфиров (а) и их дайки (б); 4 – плагиоклазовые перидотиты; 5 – лейкократовые габбро-диабазы и нориты нерасчлененные; 6 – лейкократовые оливин-биотитовые габбро-диабазы; 7 – нерасчлененные лейкократовые оливиновые нориты и габбро-диабазы; 8 – оливиновые нориты; 9 – габбро, габбро-диабазы; 10 – оливиновые габбро и габбро-диабазы; 11 – габбро, габбро-диабазы и нориты нерасчлененные; 12 – роговообманковые габбро-диабазы; 13 – дайки кварцевых порфиров, плагиогранит-порфиров; 14 – вторичные кварциты по песчаникам и алевролитам (а), массивные железняки с зоной малахитизации (б); 15 – ороговикование; 16 – разрывные нарушения; 17 – контакты пород достоверные (а), предполагаемые (б); 18 – руды: редковкрапленные (а), густовкрапленные (б), прожилково-вкрапленные (в); 19 – буровые скважины: на плане (а), на разрезе (б); 20 – линии разрезов.

Рисунок А.1.- Геологическая карта месторождения Южный Максут. По С.М. Горяеву, В.В. Петрову, Л.И. Колотилкову. Масштаб 1:10 000

Приложение Б

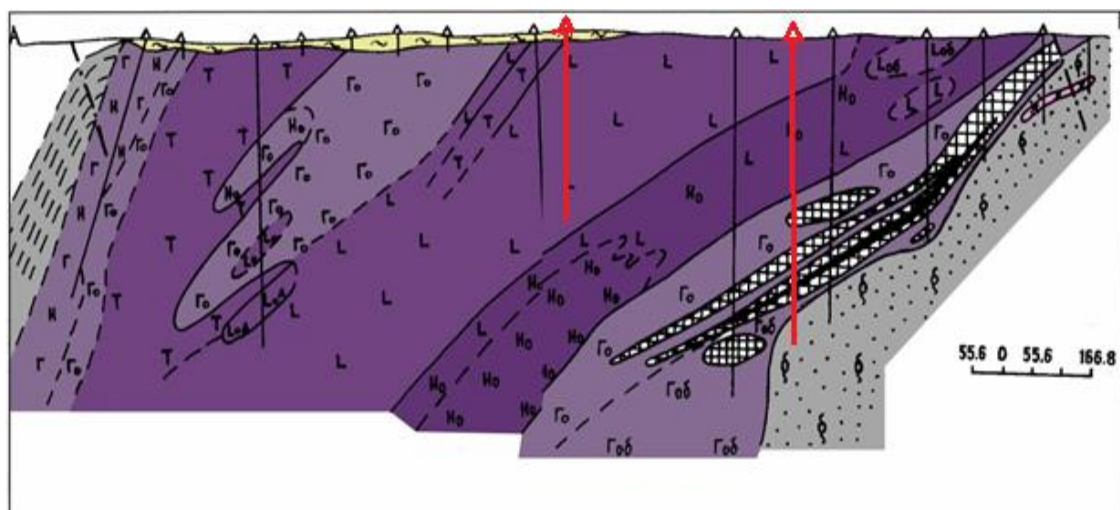


Рисунок Б.1.- Геологический разрез по линии А-Б, Масштаб 1: 55 000.
По С.М. Горяеву, В.В. Петрову, Л.И. Колотилу.

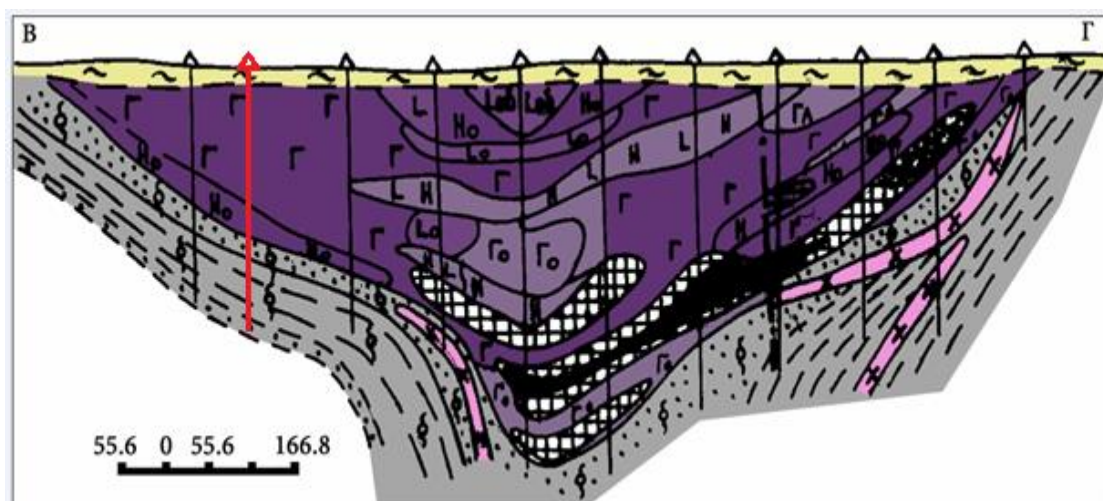


Рисунок Б.2.- Геологический разрез по линии В-Г, Масштаб 1: 55 000.
По С.М. Горяеву, В.В. Петрову, Л.И. Колотилу.

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Автор: Туғамбай Сымбат

Тип работы: Магистерская диссертация

Название работы: Особенности формирования Cu-Ni рудной минерализации на месторождений Южный Максут

Научный руководитель: Салтанат Асубаева

Коэффициент Подобия1: 0.7

Коэффициент Подобия2: 0

Микропробелы: 7

Знаки из других алфавитов: 4

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается надоработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу эти таким процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование: Диссертация выполнена самостоятельно, основывалась на собственных исследованиях, заимствования и ссылки добросовестно, работа выполнена на собственных исследованиях

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

К защите допущена

25.05.2022

Дата



Асубаева С.К.

Подпись Научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия
заведующий кафедрой / начальника структурного подразделения

Автор: Туғамбай Сымбат

Тип работы: Магистерская диссертация

Название работы: Особенности формирования Cu-Ni рудной минерализации на месторождений Южный Максут

Научный руководитель: Салтанат Асубаева

Коэффициент Подобия1: 0.7

Коэффициент Подобия2: 0

Микропробелы: 7

Знаки из за других алфавитов: 4

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается надоработку.

☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу эти таким процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование: Диссертация выполнена самостоятельно, основывалась на собственных исследованиях, заимствования и ссылки добросовестно работа выполнена на собственных исследованиях

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

К защите допущена
Дата 25.05.2022



Подпись заведующего кафедрой
Бекботаева А.А.

**ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

на магистерскую диссертацию

(наименование вида работы)

Туғамбай Сымбат Шаралықызы

(Ф.И.О. обучающегося)

7М07206- Геология и разведка месторождений полезных ископаемых

(шифр и наименование специальности)

Тема: Особенности формирования Cu-Ni рудной минерализации на месторождении Южный Максут

В ходе написания диссертационной работы были изучены минералогические и петрографические особенности медно-никелевого месторождения Южный Максут, то есть:

- были изучены геологические, геохимические, петрологические, минералогические данные для месторождения Южный Максут;

- был определен минералогический состав руд и вмещающих пород месторождения с помощью дополнительных микроскопических, лабораторных исследований.

- выявлены особенностей формирования медно-никелевой минерализации месторождений Южный Максут.

В результате проведенного анализа автор сделал правильные выводы, выделил основные рудные минералы в первичных сингенетических рудах в порядке убывания: пирротин, ильменит, халькопирит, пентландит, виоларит, магнетит и титаномagnetит, пирит, а также второстепенные рудные минералы: галенит, сфалерит, марказит, миллерит. Описала структурные и текстурные особенности, тем самым обосновав формирование месторождения Южный Максут.

Хотела подчеркнуть, что все образцы для изучения вещественного состава рудной минерализации и вмещающих пород были привезены автором из месторождения, и исследованы в нашей (ГСПиРМПИ) лаборатории.

Тема магистерской диссертаций раскрыта полностью и составлена в соответствии всех требований. Туғамбай Сымбат Шаралықызы заслуживает присвоения ученой степени магистра геологии.

Научный руководитель

К.г.-м.н, сениор-лектор



Асубаева С.К.

(подпись)

«17» июня 2022

РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую диссертацию
(наименование вида работы)

Тугамбай Сымбат Шаралықызы
(Ф.И.О. обучающегося)

7М07206 – Геология и разведка месторождений твердых полезных
ископаемых
(шифр и наименование специальности)

Тема магистерской диссертации: *«Особенности формирования Cu-Ni
рудной минерализации на месторождении Южный Максут».*

Диссертация написана на 58 страницах компьютерного текстового набора и состоит из аннотации, содержания диссертации, введения, пяти глав, заключения и списка использованной литературы, включающих 12 наименований. Диссертация включает в себя всего 13 рисунков, 3 таблицы, 1 приложения.

Актуальность темы магистерской диссертации несомненна так как тенденции рынка показывают высокий спрос на металлы. В особенности на медь и никель, которые показывали непрерывный рост 2021 году, к концу года их рост составил 21% и 22% соответственно. В связи с этим изучение геологических, геохимических и преимущественно петрографо-минералогических особенностей месторождения Максут возможно даст необходимые сведения для более эффективной обогатимости руд.

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

Магистерская диссертация Тугамбай Сымбат Шаралықызы выполнена на основе проведенных исследований минерального состава рудных тел, выявление главных минералов-концентраторов никель-меди и закономерностей их распределения с применением современных электронно-микроскопических методов по теме «Особенности формирования Cu-Ni рудной минерализации на месторождении Южный Максут».

Название работы в полной мере соответствует ее структуре и фактическому содержанию. Автор предлагает ознакомиться с введением, пятью главами и заключением, в которых последовательно излагает цель проводимых работ, описывает геологическое строение месторождения, петрографические и минералогические описания медно-никелевого месторождения Южный Максут. В главах петрографического и минералогического состава месторождения автором сделаны довольно качественные снимки аншлифов и шлифов, которые могут быть приняты во внимание и использоваться как информация для изучения дополнительных исследований вещественного состава руд и выявление особенностей

формирования медно-никелевой минерализации месторождений Южный Максут.

Магистрант Тугамбай Сымбат успешно справилась с поставленной задачей: изучением особенностей формирования минеральных ассоциаций и особенностей их распределения на месторождении и в пределах отдельных рудных тел, исследованием минерального состава рудных тел, выявлением главных минералов-концентраторов никель-меди и закономерностей их распределения, нахождения с применением современных электронно-микроскопических методов изучением вещественного состава руд.

По диссертационной работе имеются следующие замечания: в оформлении и отсутствуют ссылки на литературу.

Оценка работы

Магистрант довольно неплохо проанализировала собранные материалы и произвел самостоятельное дополнительное изучение образцов (аншлифов и шлифов) с помощью лабораторных методов анализа рудных и нерудных минералов, что позволило получить конкретные результаты, цель исследования достигнута, поставленные задачи решены. Диссертационная работа оценивается на «Отлично», а ее автор Тугамбай С.Ш. заслуживает присуждения академической степени магистра по специальности «Геология и разведка месторождений твердых полезных ископаемых».

Рецензент

Старший научный сотрудник ИГН им.К.И.Сатпаева



Баратов Рефат Талхатжанович

«7» июня 2022 г

СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ
ФИО Туғамбай Сымбат Шаралықызы
Магистранта специальности «Геология и разведка месторождений твердых полезных ископаемых»,
Кафедры ГСПиРМПИ, Института Геологии и Нефтегазового дела им. К.Турысова
Казахского Национального Исследовательского Технического Университета им. К.И.Сатпаева

№ по п/п	Наименование	Форма работы	Выходные данные	Объем	Соавторы
1	2	3	4	5	6
Публикация в научных журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки					
1	Особенности геологического строения Cu-Ni рудной минерализации на месторождении Южный Максут	Статья	«САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021» Секция: «Повышение геологической изученности территорий и восполнение минерально-сырьевого комплекса Республики Казахстан»	4 страницы	Научный руководитель- Асубаева С.К.
2	Геофизическая характеристика рудного поля месторождения Южный Максут	Статья	Международной научно-практической конференций «Фундаментальные и прикладные аспекты геологии, экологии и химии с использованием современных образовательных технологий»	5 страницы	Научный руководитель- Асубаева С.К.

«15» июня 2022 год

Автор

Туғамбай С.Ш.

**Заведующей кафедрой
ГСПиРМПИ**

Бекботаева А.А.



СЕРТИФИКАТ

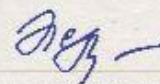
ЫЫЛАП

ТУГАМБАЙ СЫМБАТ

участнику Международной научно-практической конференции
«ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ГЕОЛОГИИ, ЭКОЛОГИИ
И ХИМИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»,
посвященной 55-летию со дня рождения ученого, горного инженера-геолога,
кандидата геолого-минералогических наук, профессора РАГ,
академика МАН РК, член-корреспондента АМН РК
Темирхана Цыпловича Жаркынбекова



Проректор по организационно-развивающей
и стратегическому менеджменту
Кулдарсов Б.П.



Проректор по научной работе
и кадрам Жакыпова А.Д.



КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. К.И. САТПАЕВА

САТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТИ



SATBAYEV
UNIVERSITY

СЕРТИФИКАТ

«САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ - 2021»

Секция: «Повышение геологической изученности территории и восполнение
минерально-сырьевого комплекса Республики Казахстан»

Авторы: ТУҒАМБАЙ С.Ш., АСУБАЕВА С.К.

Тема: Особенности геологического строения Cu-Ni рудной минерализации наместорождении
Южный Максут

Директор института ГНИГД



К.Б. Рысбеков