

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова

Кафедра ГСП и РМПИ

Бирюлин Рустам Валерьевич

Минералогические и петрографические особенности золоторудных
месторождений Южного Казахстана на примере месторождения Коскудук

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Специальность 7М07206 – Геология и разведка месторождений твердых
полезных ископаемых

Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева
Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова

УДК 550.3

На правах рукописи

Бирюлин Рустам Валерьевич

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание академической степени магистра

Название диссертации

Минералогические и
петрографические особенности
золоторудных месторождений
Южного Казахстана на примере
месторождения Коскудук

Направление подготовки

Специальность 7М07206 – Геология
и разведка месторождений твердых
полезных ископаемых

Научный руководитель, к.г.м.н.,
к.г.-м.н., сениор-лектор каф. «ГСПиРМПИ»


Асубаева С.К.
«__» _____ 2022г.

Рецензент
доктор PhD, зав. лабораторий.


К.С. Тогизов
«__» _____ 2022 г.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой ГСПиРМПИ
Доктор PhD, ассоц. профессор

_____ Бекботаева А.А.

Нормоконтролер
доктор PhD., сениор-лектор каф. «ГСПиРМПИ»


Омарова Г.М.
«__» _____ 2022 г.

Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова

Кафедра ГСП и РМПИ

Специальность 7М07206 – Геология и разведка месторождений твердых
полезных ископаемых

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой ГСПиРМПИ
Доктор PhD, ассоц. профессор

_____ Бекботаева А.А.
“ _____ ” _____ 2022 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение магистерской диссертации

Магистранту Бирюлину Рустаму Валерьевичу

Тема магистерской диссертации: «Минералогические и петрографические особенности золоторудных месторождений Южного Казахстана на примере месторождения Коскудук»

Утверждена приказом Ректора Университета №1986-М от "20" декабря 2021г.

Срок сдачи законченной работы "30" мая 2022 г.

Исходные данные к магистерской диссертации: геологические, текстовые и графические материалы по полиметаллическому месторождению Коскудук.

Перечень подлежащих к разработке в магистерской диссертации вопросов:

1. Всесторонний анализ золотосодержащих пород – минералогических характеристик и петрографических особенностей.
2. Изучение геологической характеристики района месторождения.
3. Изучение геологической характеристики месторождения, а также ближайших рудопроявлений.

4. Исследование минералогического и вещественного состава золоторудных и вмещающих пород.

Рекомендуемая основная литература:

1. «Предварительная геолого-экономическая оценка запасов золото-серебряного месторождения Коскудук Центральный участка Жартас по состоянию на 01.01.2010г.» Асташкин В.А., Заварзина Н.
2. «Отчет о результатах геологоразведочных работ на участке Жартас с геолого-экономической оценкой месторождения Коскудук Центральный и Юго-Западный» Чирков В.Ю.
3. Аверьянов Н.П. Отчет о результатах поисково-разведочных работ в Чу-Илийском регионе за 1980-82 гг., 1982 г.
4. Бутин В.П., Даутов А.Д. и др. Отчет о результатах поисковых и поисково-оценочных работ на Майбулакском рудном поле за 1981— 83 г. - Алматы: Южказнедра, 1986 г. - 31 черт. - 131 с

График

подготовки магистерской диссертации

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Краткая геологическая характеристика района	15.12.2021г	
Геологическое характеристика полиметаллического месторождения Коскудук	16.01.2022г	
Особенности морфологии и условий залегания рудных тел	02.03.2022г	
Минералогический и вещественный состав руд и вмещающих пород	04.04.2022г	

Подписи

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

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Краткая геологическая характеристика района	Асубаева С.К., к.г.м.н. сениор-лектор каф. «ГСПиРМПИ»	26.02.2022 г.	
Геологическое характеристика полиметаллического месторождения Коскудук	Асубаева С.К., к.г.м.н. сениор-лектор каф. «ГСПиРМПИ»	5.03.2022 г.	
Особенности морфологии и условий залегания рудных тел	Асубаева С.К., к.г.м.н. сениор-лектор каф. «ГСПиРМПИ»	10.03.2022г.	
Минералогический и вещественный состав руд и вмещающих пород	Асубаева С.К., к.г.м.н. сениор-лектор каф. «ГСПиРМПИ»	13.03.2022 г.	
Нормоконтролер	Омарова Г.М., PhD., сениор-лектор каф. «ГСПиРМПИ»	28.03.2022 г.	

Научный руководитель
С.К.

 _____ Асубаева

Задание принял к исполнению
магистрант

_____  _____ Бирюлин Р.В.
подпись

Дата

" ____ " _____ 2022 г

АННОТАЦИЯ

«Минералогические и петрографические особенности золоторудных месторождений Южного Казахстана на примере месторождения Коскудук»

Актуальность исследования определяется задачей увеличения в Республике Казахстан сырьевой базы золоторудного сырья. И, как отражено в названии диссертационной работы, главное внимание обращено на минералогические и петрографические особенности золотого оруденения на примере месторождения Коскудук.

Объектом исследования выступает Коскудукская вулканотектоническая структура.

Целью настоящей диссертационной работы является всесторонний анализ золотосодержащих пород – минералогических характеристик и петрографических особенностей.

Для достижения поставленной цели считаю целесообразным в процессе исследования решить следующие задачи:

- Изучение геологической характеристики района месторождения.
- Изучение геологической характеристики месторождения, а также ближайших рудопроявлений.
- Исследование минералогического и вещественного состава золоторудных и вмещающих пород.

Объем работы составляет 70 страниц, в том числе, для более полного раскрытия материала, использовано 88 иллюстраций и 2 таблицы.

ANNOTATION

"Mineralogical and petrographic features of gold deposits in South Kazakhstan on the example of the Koskuduk deposit"

The relevance of the study is determined by the task of increasing the raw material base of gold ore in the Republic of Kazakhstan. And, as reflected in the title of the dissertation work, the main focus is on the mineralogical and petrographic features of gold mineralization on the example of the Koskuduk deposit.

The object of study is the Koskuduk volcanotectonic structure.

The purpose of this dissertation is a comprehensive analysis of gold-bearing rocks - mineralogical characteristics and petrographic features.

To achieve this goal, I consider it expedient to solve the following tasks in the research process:

- Study of the geological characteristics of the deposit area
- Study of the geological characteristics of the deposit, as well as the nearest ore occurrences
- Study of the mineralogical and material composition of gold ore and host rocks

The volume of work is 70 pages, including 88 illustrations and 2 tables for a more complete disclosure of the material.

«Қосқұдық кен орны мысалында Оңтүстік Қазақстандағы алтын кен орындарының минералогиялық-петрографиялық ерекшеліктері»

Зерттеудің өзектілігі Қазақстан Республикасындағы алтын кенінің шикізат базасын ұлғайту міндетімен анықталады. Ал, диссертациялық жұмыстың атауында көрсетілгендей, Қосқұдық кен орны мысалында алтынның минералдануының минералогиялық және петрографиялық ерекшеліктеріне басты назар аударылады.

Зерттеу объектісі – Қосқұдық жанартаутектоникалық құрылымы.

Бұл диссертацияның мақсаты – құрамында алтыны бар тау жыныстары – минералогиялық сипаттамалары мен петрографиялық ерекшеліктерін жан-жақты талдау.

Осы мақсатқа жету үшін зерттеу процесінде келесі міндеттерді шешуді дұрыс деп санаймын:

- Кен орнының геологиялық сипаттамасын зерттеу
- Кен орнының геологиялық сипаттамасын, сонымен қатар жақын маңдағы рудалық құбылыстарды зерттеу
- Алтын кені мен негізгі жыныстардың минералогиялық және материалдық құрамын зерттеу

Жұмыс көлемі 70 бет, оның ішінде 88 иллюстрация және материалды толық ашу үшін 2 кесте.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

1 Краткая геологическая характеристика района

1.1 Стратиграфия

1.2 Интрузивные образования

1.3 Геотектоническое строение района

1.4 Полезные ископаемые

2 Геологическая характеристика полиметаллического месторождения
Коскудук

2.1 Северо-Восточный Коскудук

2.2 Коскудук Центральный

2.3 Юго – Западный Коскудук

3 Особенности морфологий и условия залегания рудных тел

4 Минералогический и вещественный состав руд и вмещающих пород

4.1 Микроскопическое изучение пород

4.2 Минеральный состав руд

4.3 Основные текстуры руд

Заключение

ВВЕДЕНИЕ

Месторождение Коскудук представляет собой три жерла вулкана, выраженные в рельефе депрессиями. Они тяготеют к линейной зоне северо-восточных разрывов, приуроченной к шарниру вулканической структуры. Жерла в плане имеют размеры 320x400 м², 250x460 м² и 600x1000 м² и заполнены фельзит-порфирами, эруптивными брекчиями, крупнообломочными и агломератовыми туфами и андезитовыми порфиритами. В метасоматически измененных, сульфидизированных частях вулканических жерл выделяются рудные тела по данным опробования.

Месторождение Коскудук и другие рудопроявления золото-серебро-свинцово-цинковой формации расположены в пределах Коскудукской вулканотектонической структуры. Они все пространственно и генетически связаны с поздне палеозойскими вулканитами, локализующимися главным образом, в гидротермально измененных породах. Структура возникла в результате извержения полигенного вулкана центрального типа, и обрамлена со всех сторон разрывными нарушениями, из которых наиболее крупными являются, Копинский и Бурлинский региональные разломы, ограничивающие структуру с юго-западной и северо-восточной сторон, что сближает ее с грабенom.

Всего на месторождении на двух участках выделено 7 рудных тел. Из них основные 1 и 6.

Рудные тела представлены сульфидизированными, метасоматически измененными от мелкообломочных до крупнообломочных туфами андезитового и смешанного состава.

Содержание сульфидов в рудах варьирует от 1-5 до 10-15 %, среднее содержание вредных примесей (мышьяка) 0,14 %. Прямой зависимости золотоносности выделяемых природных разновидностей руд от степени гидротермально-метасоматических преобразований и наложенной сульфидной минерализации не наблюдается. Тем не менее, наиболее высокими содержаниями золота характеризуются зоны прожилкового окварцевания. Низкие концентрации полезных компонентов свойственны слабо минерализованным сульфидами метасоматитам без кварцевых прожилков [3].

1 Краткая геологическая характеристика района

Месторождение Коскудук и другие рудопроявления золото-серебро-свинцово-цинковой формации расположены в пределах Коскудукской вулканотектонической структуры. Они все пространственно и генетически связаны с позднепалеозойскими вулканитами, локализующимися главным образом, в гидротермально измененных породах. Структура возникла в результате извержения полигенного вулкана центрального типа, и обрамлена со всех сторон разрывными нарушениями, из которых наиболее крупными являются, Копинский и Бурлинский региональные разломы, ограничивающие структуру с юго-западной и северо-восточной сторон, что сближает ее с грабеном. В начальную стадию произошли излияния лав и выбросы пирокластов кислого состава батпакской свиты, затем излияния андезитовых лав дегерезской свиты. В завершающую фазу вулканизма были неоднократные взрывы и выбросы огромных масс раскаленного материала, вследствие чего возникли мощные толщи игнимбритов, туфов и туфолов кугалинской свиты. Ее размеры 17x8м, ориентирована в восток-северо-восточном направлении. Слагающие ее вулканогенно-осадочные породы нижнепермского возраста несогласно залегают на отложениях ордовикского и девонского периода. Вулканическая структура состоит из трех свит: нижняя - батпакская (C_2bt), средняя-дегерезская (C_2-C_3dg), верхняя - Кугалинская (C_3-P_1kg) [1].

В геологическом разрезе района выделены: кристаллические сланцы и гнейсы верхне протерозойской эры, песчанно-сланцевый флиш ордовикского и силурийского периодов, прорванный на северо-востоке гранитоидами и теригенно-осадочными породы девонского периода, представленными конгломератами, алевролитами, песчаниками, прорванные интрузиями кварцевых диоритов среднего-верхнего каменноугольного периода [4].

1.1 Стратиграфия

В геологическом строении района участвуют почти все известные в регионе возрастные комплексы.

Протерозой (PR_{1-2}).

Нижний-средний протерозой представлен гранито-гнейсами, слюдистыми кристаллическими, и талько-амфиболитовыми сланцами, и амфиболитами.

Ордовикский период:

Копалинская свита (O_2kp) - представлена флишем конгломератов, песчаников, алевролитов. Распространены в северо-западной части площади.

Караканская свита (O_2kr) - представлена сланцами, алевролитами, песчаниками. Бекке свита (O_2bk) - представлена зеленовато серыми песчаниками, согласно залегающие на Караканской свите.

Андеркенская свита (O_{3an}) - представлены флишоидными зеленовато-серыми песчаниками и алевролитами, с конгломератами в основании. Мощность до 2200 м. Силурийский период представлен отложениями песчаников и конгломератов, ландоверского яруса (S_{1ln}).

Девонский период представлен отложениями Коктасской свитой (D_{1kt}) включающей в себя сероцветные песчаники, красноцветные песчаники и конгломераты, диабазовые миндалекаменные порфириды и фельзиты. Мощность отложений 1800-2900 м.

Каменноугольный период:

Нижний - (нерасчлененный) представлен полимиктовыми песчаниками, алевролитами и мелкогалечными конгломератами.

Средний - Батпакская свита (C_{2bt}) представлена туфолами кислого состава, туфами и песчаниками.

Средний-верхний - Дегерезкая свита ($C_{2-3 dg}$) представлена андезитовыми порфиридами, их туфами, песчаниками, вторичными кварцитами.

Верхний - Кугалинская свита (C_3-P_{1kg}) представлена туфоконгломератами, туфопесчаниками, туфами и туфолами смешанного состава, игнимбритами липаритового состава.

Пермский период:

Нижний - представлен отложениями Бескайнарской свиты (P_{1bk}) порфиридами, дацитовыми порфирами, песчаниками, конгломератами, гравелитами, туфами кислого состава с обломками андезитов и фельзитов, сферолитовыми лавами.

Верхний - представлен отложениями Жалгызгагашской свиты (P_{1za}), сложен кварцевыми порфирами и туфолами кислого состава [5].

1.2 Интрузивные образования

Среди интрузивных образований выделяются три комплекса:

1) Протерозойский - представлен небольшими субсогласными телами серпентинитов, амфиболов, огнейсированных гранитов среди метаморфитов анархайской свиты;

2) Верхнедевонский, представлен гранитами Аккадырского массива, выходящий в северо-восточном углу участка. Также предшественниками, проводившие работы, было выделено 2 фазы: ранняя - лейкократовые средне и крупнозернистые граниты, в эндоконтакте, фациально переходящие в биотит-роговообманковые граниты и гранодиориты, и поздняя - слагающие небольшие тела аплитовых и мелкозернистых гранитов в экзоконтакте массива;

3) Раннепермский комплекс, представленный небольшими изометричными, полифациальными интрузиями, прорывающие вулканы кугалинской свиты. Ядерная часть сложена диоритами и гранодиоритами, к периферии переходящие в гранит-порфиры, гранодиорит-порфиры, и

граносиенит-порфиры. Наблюдается концентрически - зональное строение интрузий. К субвулканической фации относятся небольшие дайко - и силлообразные тела диабазовых порфиров и граносиенит порфиров, приуроченные к полосе разломов северо-восточного простирания в центральной части площади [1].

1.3 Геотектоническое строение района

Участок Жартас расположен в пределах Жалаир-Найманского синклинория.

С северо-востока и юго-запада вулканоструктура обрывается Бурлинским и Копинским региональными сбросами северо-западного простирания, приведшими к опусканию внутренней области и образованию Коскудукской грабен-синклинали.

Система параллельных разнопорядковых сколовых нарушений, фиксируемых зонами интенсивного расщепления и брекчирования или дайками кислого состава, разбивает вулканоструктуру на ряд смежных блоков (пластин). Последующие тектонические дислокации по этим сколовым нарушениям системы ступенчатых блоков, которые последовательно погружаются к середине структуры. Нарушения продольного скола северо-восточного простирания, выражены менее отчетливо, но играют решающее значение в размещении вулканических аппаратов и оруденения. Так, многие исследователи предполагают наличие глубинного разлома северо-восточного простирания, трассирующегося цепочкой Коскудукских вулканических жерл и Бурлинским массивом вторичных кварцитов. Видимо, этот разлом сопровождается глубинным ореолом интенсивной пропилитизации, беретизации с наложенным оруденением [7].

1.4 Полезные ископаемые

Золото является основным ценным компонентом в окисленных рудах и одним из основных - в гипогенных рудах.

Гипогенное золото тонкое и тонкодисперсное (от долей микрона до сотых долей мм, иногда до 0,1-0,5 мм). Редко наблюдается не только визуально, но и под микроскопом. Изучено слабо. Выделяется две его генерации в первичных рудах. Золото-1 локализуется в виде изометричных и удлиненно-чешуйчатых микровключений в метакристаллах пирита и арсенопирита, а также на их поверхности, либо в кварце по периферии пирит - арсенопиритовых агрегатов. В аншлифах описаны выделения в пирите светло - желтого, по-видимому, высокосеребристого золота размерами от менее 1 мкм до 0,022 мм. Это изометричные, овальные, треугольные, амебообразные, комковидные, неправильных форм выделения, расположенные вдоль стыков метакристаллов пирита, внутри

метакристаллов вблизи зальбандов, или по микротрещинам. Отмечаются тонкие (0,001-0,004 мм) непротяженные (до 0,04 мм) просечки в пирите. Золото связано с полиметаллической ассоциацией. Описаны микронные изометричные выделения золота в халькопирите, изометричные включения в пирите размерами от 0,001 до 0,014 мм, удлиненное выделение 0,02 * 0,06 мм в сростании с пиротином в зоне контакта галенита со сфалеритом. При окислении сульфидов, золото, присутствующее в составе пирита и арсенопирита в тонкодисперсном состоянии освобождается от микропримесей, укрупняется и мигрирует. Миграция золота невелика: преобладающее его количество остается внутри псевдоморфоз гипергенных образований, развивающихся по сульфидам. Часть золота выходит за их пределы. Вследствии слабой миграции золота при окислении вкрапленных сульфидных руд образования зон вторичного обогащения не происходит, либо мощность зоны не превышает 1-2 м. Содержание золота в зоне окисления остается близким к содержанию в первичных рудах, незначительно увеличиваясь лишь за счет выноса в процессе выветривания наиболее подвижных компонентов. Гипергенное золото наблюдается в виде изометричных и прожилковидных выделений внутри псевдоморфоз гидрооксидов железа по сульфидам, пленок по их периферии и по микротрещинам в кварце. Часто формы выделений золота неправильные, амебо- и каплеобразные, игольчатые, скелетные. Размеры их варьируют от 0,01 до 0,5 мм. Цвет изменяется от золотисто- белого до соломенно-желтого в зависимости от содержания примеси серебра

Серебро самородное. Гипогенное серебро наблюдается в виде изометричных выделений в кварце, а также в мелкокристаллическом пирите на контакте с галенитом. Аналогичные выделения отмечены в пирите на контакте с блеклой рудой, вблизи зерна галенита. Размеры выделений серебра колеблются от 1 до 10 мкм. Гипергенное серебро отмечено в виде изометричных выделений размерами 5-10 мкм на стенках мелких пустот выщелачивания.

Гидрооксиды железа присутствуют в продуктах всех стадий выветривания. На стадии дезинтеграции пород метакристаллы пирита замещаются гидрогетитом по периферии и по сети тонких трещинок. При этом в центральных частях метакристаллов сохраняются реликты пирита. Иногда замещаются ядерные зоны метакристаллов пирита, и он остается в виде тонких каемок. Завершением начальной стадии окисления является псевдоморфная стадия, имеющая место при гидрослюдистых изменениях вмещающих пород. Она выражается в полном замещении пирита агрегатами гидрогетита. Затем в процессе дегидратации гидрогетит постепенно превращается в гетит. Далее происходит выщелачивание железа из псевдоморфоз. В выветрелой породе появляются пустоты выщелачивания, наследующие кубическую и кубооктаэдрическую первичную форму пирита. На заключительной стадии часть пустот выщелачивания выполняется колломорфными новообразованиями гидрооксидов железа. Иногда на

стенках таких пустот появляются кристаллики гипергенного кварца, гипса и ярозита. Арсенопирит на ранних стадиях процесса окисления замещается тонкой смесью скородита и гидрооксидов железа. Замещение, как и у пирита, начинается с периферии метакристаллов и постепенно распространяется в центральные части. Окисление арсенопирита происходит крайне неравномерно и среди продуктов окисления сохраняются эдукты неокисленного арсенопирита различной формы. Количественное соотношение скородита и гидрооксидов железа изменяется в широких пределах. На более поздних стадиях выветривания арсенопирит полностью замещается гидрооксидами железа, и дальнейшее преобразование псевдоморфоз происходит также, как и у пирита. Характерной особенностью преобразованных псевдоморфоз гидрооксидов железа по арсенопириту является концентрическое расположение трещинок усыхания, тогда как для преобразованных псевдоморфоз по пириту трещинки усыхания располагаются радиально.

2 Геологическая характеристика полиметаллического месторождения Коскудук

2.1 Северо-Восточный Коскудук

Северо-Восточный Коскудук самый большой и наименее изученный из участков, жерло имеет в плане 600x1000 м. Здесь обнажаются туфы липаритового состава, нарушенные дайкой фельзит-порфиоров. Структура, слагающую ими пластины определяют структурные швы продольной северо-восточной системы, преобразуются в трещины отрывной системы (ограниченные по простиранию, криволинейные в плане). Они приоткрываются и становятся вместилищем дайковой серии. Прижерловая фация, сложенная андезитовыми порфиритами и их туфами, наследуя ориентировку ослабленных зон продольных разломов, клинообразно выклинивается в северо-восточном направлении. Её переходы в игнимбриты-тектоническое, без контактовых взаимодействий. Выявленное здесь свинцово-цинковое оруденение, "размазано" по всему вскрытому скважинами разрезу, при содержаниях свинца и цинка, не превышающих 0,1-0,3%. Опробование наиболее измененных пород и кварц-серицитовых метасоматитов, с вкрапленным (до 95% объёма) текстурным типом оруденения, показало на данном этапе изучения в основном невысокие (0,05-0,34 г/т) содержания золота.

В северо-восточной части месторождения, залегают глубоко метаморфизованные породы анархайской свиты, представленные гнейсами, кристаллическими сланцами, с подчиненным количеством мигматитов, амфиболов, гнейсированных гранитов. Мощная толща терригенных пород ордовика и девона, с резким угловым несогласием залегает на метоморфизованных породах протерозоя, откартированных в северо-западной части участка.

Отложения дегереской свиты среднего - верхнего карбона (С2-3dg), развиты в обрамлении Коскудукской вулкано - купольной структуры и подразделяются на 2 пачки: нижняя, осадочная, представленная песчаниками, конгломератами, пестроцветными алевролитами, верхняя, вулканогенная, сложенная темно-зелеными андезитами с прослоями игнимбритов, туфов, туфопесчанников

Экструзивная фация, выполняющая жерла вулкана центрального типа, представлена сферолитовыми липаритовыми порфирами, фельзитами, туфами, туфолавами, агломератами.

2.2 Коскудук Центральный

Центральная часть Коскудукской структуры сложена вулканитами кугалинской свиты верхнего карбона - нижней перми (С3-Р1kg), в пределах описываемой территории представленными мощными покровами спекшихся

туфов и туфолов липарито-дацитового состава, игнимбритов с порфиристыми выделениями кварца.

Экструзивная фация, выполняющая жерла вулкана центрального типа, представлена сферолитовыми липаритовыми порфирами, фельзитами, туфами, туфолами, агломератами.

Центральная часть Коскудукской структуры сложена вулканитами кугалинской свиты верхнего карбона-нижней перми (СЗ-Р1кг) в пределах описываемой территории представленными мощными покровами спекшихся туфов и туфолов липарито-дацитового состава, игнимбритов с порфиристыми выделениями кварца.

В центре вулканической структуры выделяются три жерла вулкана, выраженные в рельефе депрессиями. Они тяготеют к линейной зоне северо-восточных разрывов, приуроченной к шарниру вулканической структуры. Жерла в плане имеют размеры 320x400 м², 250x460 м² и 600x1000 м² и заполнены фельзит - порфирами, эруптивными брекчиями, крупнообломочными и агломератовыми туфами и андезитовыми порфиритами.

Дайки и субвулканические интрузии гранит-порфиров и фельзит-порфиров распространены среди вулканитов кугалинской свиты. Они залечивают швы кольцевых периферических тектонических разрывов, приурочены к разрывам северо-западного и северо-восточного направлений. Мощность даек обычно 10-20м, в раздувах – до 100 м.

Дайки фельзит-порфиров образуют многочисленные тела в центре вулканической структуры; реже они встречаются вблизи даек гранит-порфиров. В дайках, как правило, очень хорошо выражена флюиальность, параллельная контактам. Дайки фельзит-порфиров сильно изменены гидротермально и в результате интенсивной серицитизации имеют белый цвет. Их размещение контролируется тектоническими зонами северо-восточного и северо-западного простирания.

Мощности даек северо-западного простирания не превышают первых метров; субширотного — варьируют от первых до десятков метров. Оба типа даек кислого состава близки по возрасту.

Коскудук Центральный в плане имеет жерло размером 250x460 м. Здесь представлены, в основном туфы андезитового и смешанного состава, мелкообломочные, крупнообломочные и агломератовые туфы, игнимбриты, а также эруптивная брекчия фельзитов. В жерле имеется несколько фельзитовых даек, прорывающих пирокластические породы. Жерло с востока, севера и юга ограничено разрывными нарушениями и разбито на блоки системой северо-западных и северо-восточных тектонических нарушений. Стенки жерла сложены игнимбритами, с прослоями андезитовых туфов. Вблизи жерла гидротермально-измененные породы приобрели зеленовато-серый цвет. Полевые шпаты в них серицитизированы. В массивных андезитовых порфиритах видны серицитизированные порфиристые выделения плагиоклаза. Псефитовые туфы андезитового и

смешанного состава полосой шириной 30-40м выделяются в краевой части жерла. Крупнообломочные туфы содержат крупные включения, состоящие из игнимбригов, реже фельзитов.

На участке Центральный выделено два рудных тела. Протяженность их - 300м и 80м соответственно. Средняя истинная мощность – 10,7м и 16,8м, среднее содержание золота – 1,23г/т и 0,7г/т.

Все породы, слагающие тектонический блок, в той или иной степени "заражены" золотом. Около 80 % запасов золотосодержащих руд с невысоким средним содержанием металла (0,3 - 3,0 г/т) локализовано в крупнообломочных туфах. Туфы мелкообломочные со стекловатой основной массой. В разведанной части Коскудука Центрального каких-либо морфологических особенностей залегания «бедных» золотосодержащих руд не установлено. Рудная минерализация имеет характер штокверка с довольно однородным распределением содержаний золота от 0,3 г/т до 3,0 г/т, среднее 0,96 г/т. Глубина границы зоны окисления составила 18м.

2.3 Юго – Западный Коскудук

Юго-Западный Коскудук расположен в 700 м. к юго-западу от центрального и представляет собой хорошо сохранившуюся, наименее эродированную, зонально построенную вулканическую рудовмещающую структуру размером жерла (в плане) 320x400. Восточная, северная, и западная граница проходят по контуру измененных пород. На северо-запад от него отходит апофиза. Жерло закупорено неким серых массивных фельзитов, окаймленных на контакте эруптивной брекчией и катаклазированными игнимбритами. В западной части среди гидротермально-измененных игнимбригов проходят дайка фельзитов сложной конфигурации и зона интенсивного брекчирования игнимбригов. От фельзитового нека ответвляются дайки того же состава преимущественно северо-восточного простирания.

На участке Коскудук Юго-Западный выделено три рудных тела. Протяженность их – 225м, 30м 20м соответственно. Средняя истинная мощность 22,7м, 3,3м и 22,7м соответственно. Среднее содержание золота при бортовом содержании 0,3г/т составило – 0,89г/т, 0,73г/т и 0,64г/т.

3 Особенности морфологий и условия залегания рудных тел

Всего на месторождении на двух участках выделено 7 рудных тел. Из них основные 1 и 6. Из 5 рудных тел наибольшая протяженность у рудного тела №6 - 300м (Центральный участок). Наименьшая у рудного тела №3 - 20м (Юго-Западный участок). Морфология всех рудных тел весьма сложная и определяется данными опробования. Все рудные тела имеют горизонтальное или субгоризонтальное залегание. А отсюда, истинная мощность рудных тел в основном соответствует видимой мощности. Рудные тела представлены сульфидизированными, метасоматически измененными от мелкообломочных

до крупнообломочных туфов андезитового и смешанного состава. Рудные тела имеют большую изменчивость в мощностях по простиранию в обоих направлениях. Параметры всех рудных тел приведены в таблице

Таблица 3.1 - Параметры рудных тел

№№ п/п	Рудное тело	Длина р.т. по простиранию, м	Количество пересечений	Средняя истинная мощность, м
1	1	225	28	22,7
2	2	30	1	3,3
3	3	20	1	22,7
4	6	300	13	10,7
5	7	80	1	16,8

4 Минералогический и вещественный состав руд и вмещающих пород

Вкрапленные, прожилково-вкрапленные гидротермально-метасоматические руды эпитермального золотосеребряного (с попутными цинком и свинцом) месторождения Коскудук пространственно и генетически тесно связаны с позднепалеозойскими вулканитами и локализуются в породах жерловой фации кугалинского комплекса. Гидротермально-метасоматические изменения пород выражены в серицитизации, окварцевании, каолинитизации и сульфидизации. Переход от неизмененных пород к метасоматитам постепенный. Преобладают кварц - серицитовые метасоматиты с подчиненным количеством хлорита, каолинита, карбонатов, эпидота. Состав метасоматитов варьирует в зависимости от петрографического и химического состава вмещающих пород. На метасоматиты и метасоматизированные породы различного состава наложены кварцевые, карбонатно-кварцевые прожилки, с которыми связаны привнос и перераспределение золота. Содержание сульфидов в рудах варьирует от 1-5 до 10-15 %, среднее содержание вредных примесей (мышьяка) 0,14 %. Прямой зависимости золотоносности выделяемых природных разновидностей руд от степени гидротермально-метасоматических преобразований и наложенной сульфидной минерализации не наблюдается. Тем не менее, наиболее высокими содержаниями золота характеризуются зоны прожилкового окварцевания. Низкие концентрации полезных компонентов свойственны слабо минерализованным сульфидами метасоматитам без кварцевых прожилков.

4.1 Микроскопическое изучение пород



Рисунок 3.1 - Образец №1. Измененный ожелезненный витро-кристалло-литокластический туф

В петрографическом плане образец представляет собой измененный железенный витро-кристалло-литокластический туф. Структура реликтовая псаммо-псефитовая. Текстура псевдофлюидальная. В породе крупные псефитовые обломки субовальной формы более 6 мм. Обломки представляют собой первичную стекловатую массу эффузива кислого состава. В некоторых видна хорошо заметная флюидальность. Суммарно такие обломки составляют 25-30% площади шлифа. Псаммитовый материал, а именно обломки размером порядка 0,3-1,6 мм, представлены пирокластическими обломками трех видов:

- кристаллокласты кварца (составляют порядка 10%);
- многочисленные линзочки фьямме с субпаралльной ориентировкой (составляют до 25%);
- литокласты с различными крипто-микрозернистыми структурами основной массы.

Характерно, что именно эти литокласты содержат интенсивную вкрапленность рудного минерала – идиоморфные кристаллики, полностью замещенные гидроокислами железа.

В общей массе между всеми крупными обломками видны реликты пепловых частиц серповидной и рогульчатой формы размером 0,2мм. Рудные минералы образуют редкую, неравномерную вкрапленную минерализацию. Представлена она буквально несколькими зернами и 45 скоплениями зерен. Рудные минералы составляют порядка 1-1,5% от площади аншлифа. Главный рудный минерал – гидроокислы железа, второстепенные – лейкоксен, единичные – пирит, сфалерит. В аншлифе отмечены единичные зерна, а также скопления зерен гидроокислов железа. Представлены гидроокислы железа смесью гетита и лепидокрокита. Зерна ксеноморфной формы, хотя по очертанию выкрашенных зерен видно, что ранее это были идиоморфные (кубические) зерна. Вероятнее всего ранее это были зерна первичного сульфидного минерала (пирит), которые на данный момент полностью замещены с сохранением лишь центральной части зерен. Отмечены также зерна, в которых наоборот остались лишь границы зерен, выполненные гидроокислами железа. Сами же зерна выкрашены и представлены пустотами на данный момент. В целом размер зерен гидроокислов железа колеблется в пределах от 30-40 мкм до 340-400 мкм. Следует также отметить, что при замещении гетит с лепидокрокитом образовали красивые концентрически-зональные структуры. В сростке с гидроокислами железа отмечены игольчатые зерна лейкоксена.

Лейкоксен в аншлифе образует редкую вкрапленность зерен игольчатой, таблитчатой, реже призматической формы. Размер зерен колеблется в пределах от 4-8 мкм до 75-100 мкм, скопления до 260 мкм. Также в аншлифе отмечены единичные зерна сфалерита угловатой формы. Размер от 15-40 мкм до 150-167 мкм.

В виде единичных зерен в аншлифе обнаружены зерна пирита размером 3-15 мкм.

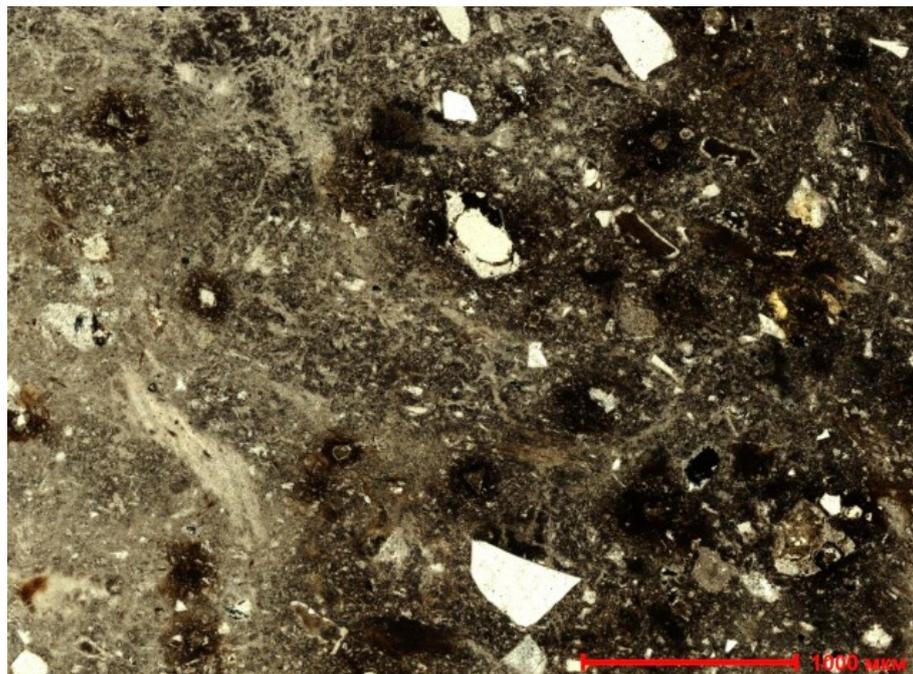


Рисунок 3.2 - Измененный ожелезненный витро-кристалло-литокластический туф с псаммо-псефитовой структурой. Шлиф. Николи параллельны.

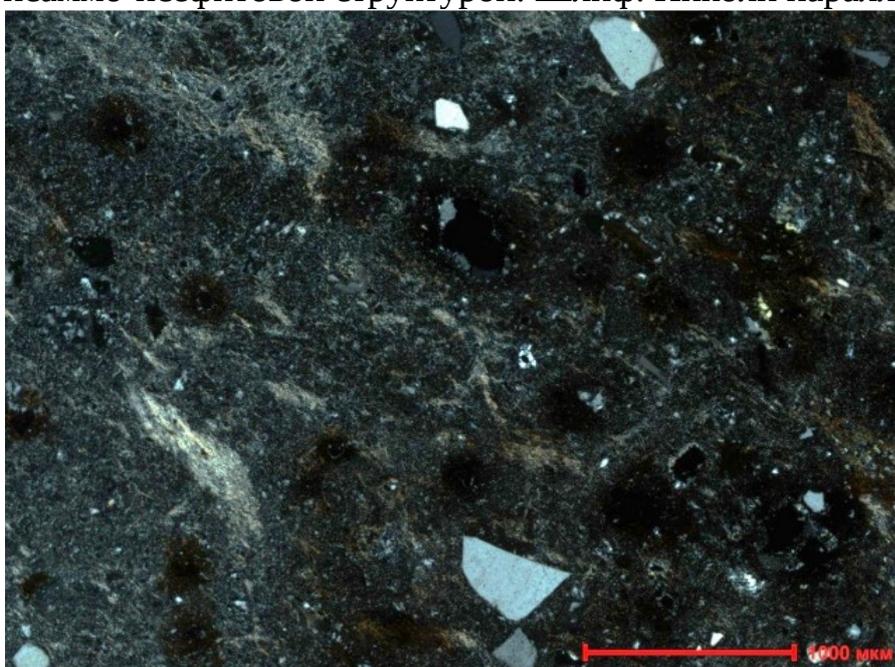


Рисунок 3.3 - Измененный ожезненный витро-кристалло-литокластический туф с псаммо-псефитовой структурой. Шлиф. Николи скрещены.

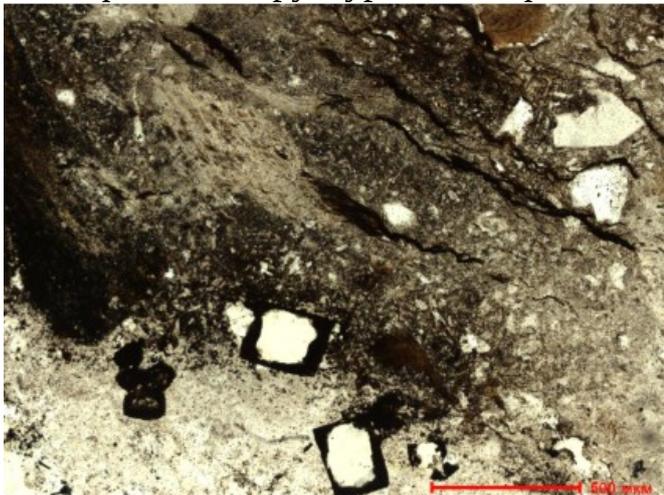


Рисунок 3.4 Литокласт с включениями рудных минералов. Шлиф. Николи параллельны

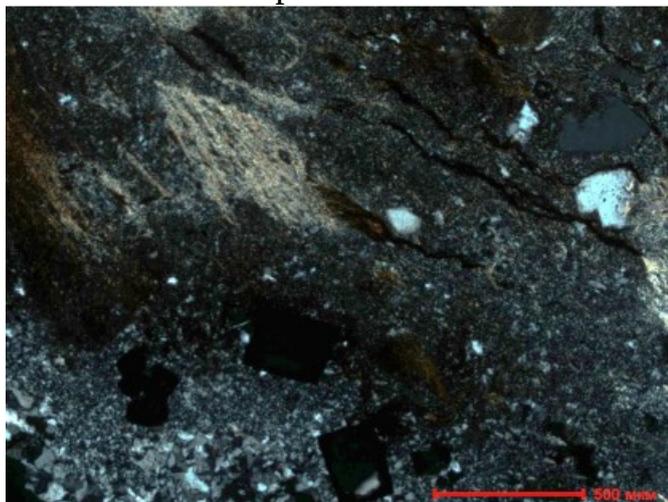


Рисунок 3.5 Литокласт с включениями рудных минералов. Шлиф. Николи скрещены.

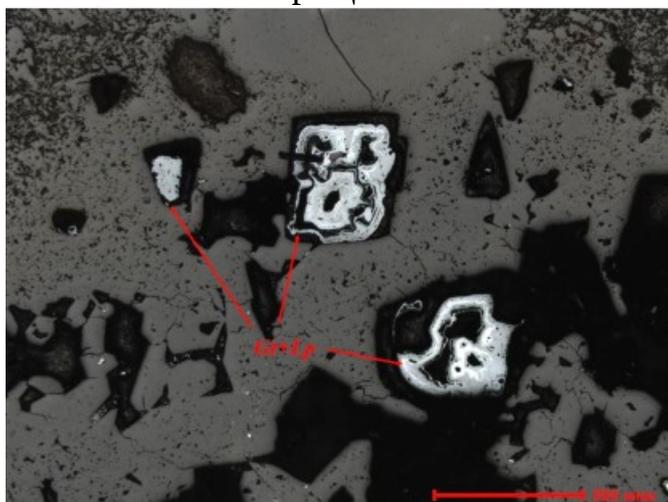


Рисунок 3.6 - Аншлиф. Вкрапленность зерен гидроокислов железа (Gt –гетит, Lp - лепидокрокит)

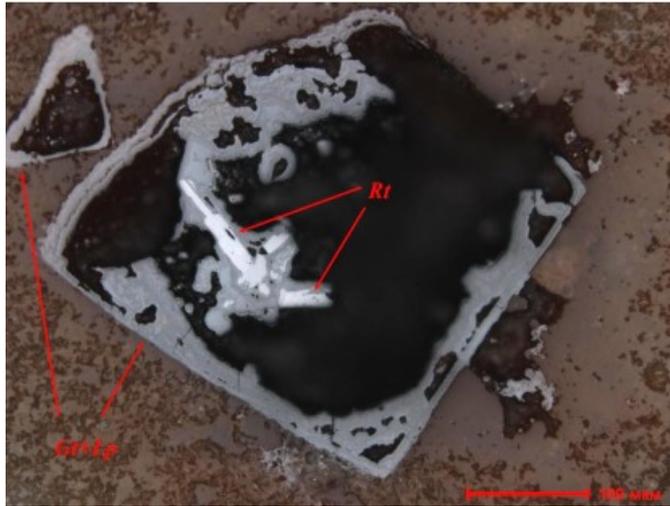


Рисунок 3.7 - Аншлиф. Зерна гидроокислов железа (Gt – гетит, Lp - лепидокрокит) с сохранившимися границами зерен. В гидроокислах железа включения игольчатого зерна рутила (Rt)

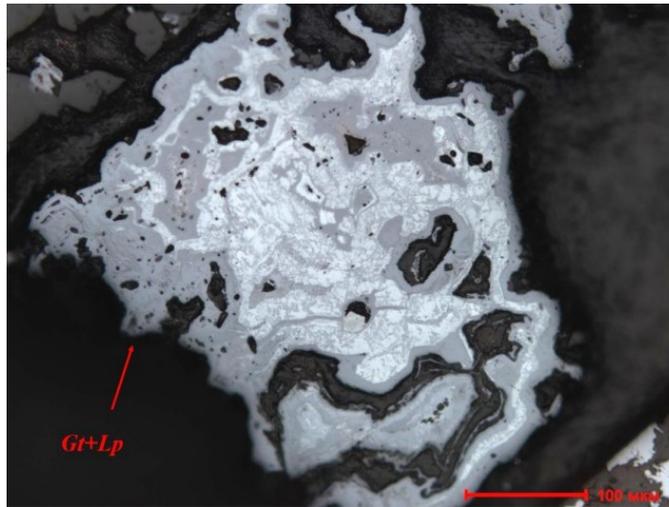


Рисунок 4.8 - – Аншлиф. Концентрически-зональные структуры замещения, сложенные смесью гидроокислов железа (Gt – гетит, Lp - лепидокрокит)

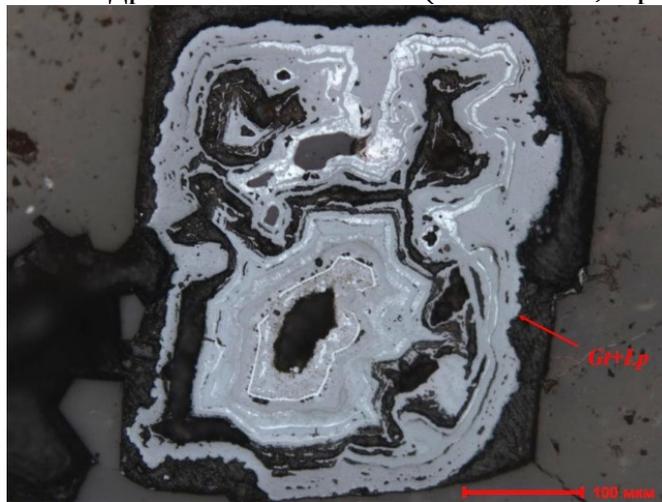


Рисунок 4.9 - Аншлиф. Концентрически-зональные структуры замещения, сложенные смесью гидроокислов железа (Gt – гетит, Lp - лепидокрокит)



Рисунок 4.10 - Аншлиф. Ксеноморфные зерна рутила (Rt)

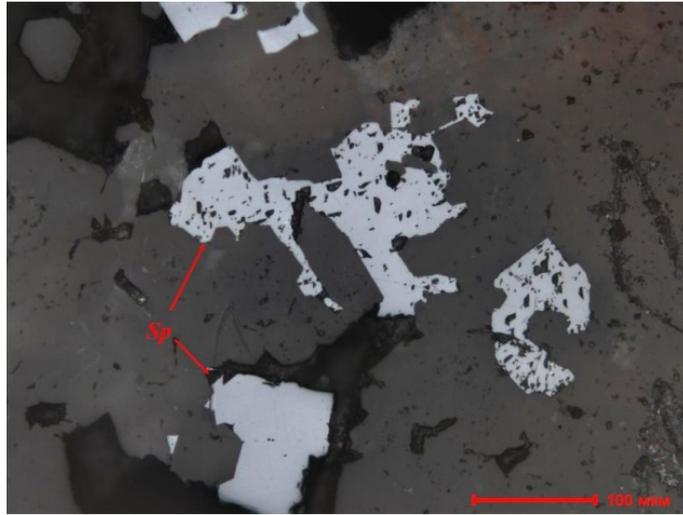


Рисунок 4.11 - Аншлиф. Единичные зерна сфалерита (Sp)

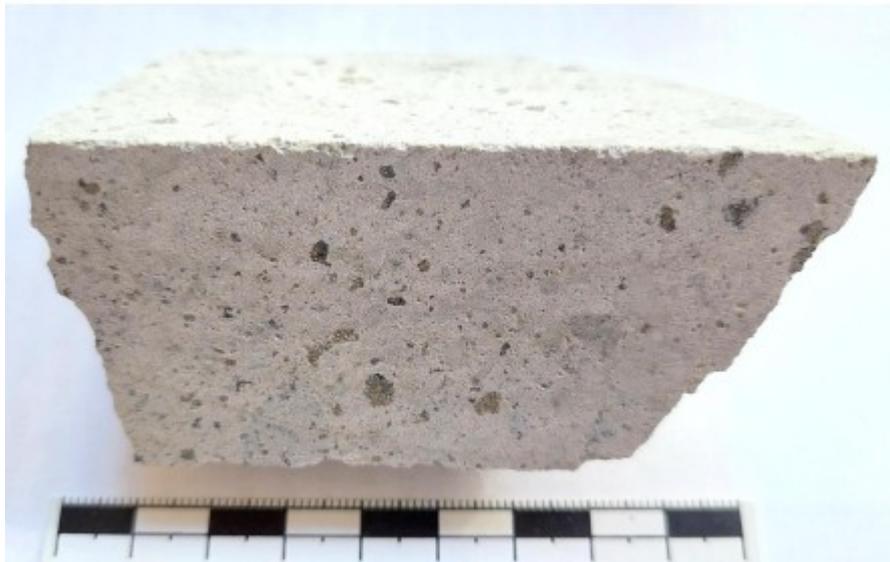


Рисунок 4.12 - Образец №2

В петрографическом плане образец представляет собой туф или лавобрекчия кислого состава с вкрапленностью рудных минералов. Структура псефопсаммитовая, реликтовая (рис. 1.9.2). В породе развиты вкрапленники, представленные двумя генерациями кварца и полностью изменённого плагиоклаза. Зерна кварца двух генерации отличаются по размеру – это до 3 мм и около 0,4 мм. Между ними развита слабополяризующая буроватая стекловатая масса. В ней помимо табличек изменённого плагиоклаза, замещённого гидросерицитом и землистым эпидотом, присутствуют многочисленные обломки

псаммитовых размеров (0,4-1,7мм). Обломки самых разных форм (субовальные литокласты и обломки ранее застывшей лавы?), но состав практически одинаковый - они выполнены агрегатом серицита (гидросерицита) и почти все содержат вкрапленность рудных минералов.

На краю шлифа - часть фьямме - размер около 3 мм по удлинению,

рудных минералов в ней нет.

Рудные минералы образуют интенсивную вкрапленную минерализацию, неравномерную. Рудные минералы составляют порядка 30-35% от площади

аншлифа. Главный рудный минерал - пирит, второстепенные - сфалерит, халькопирит, единичные - галенит, арсенопирит, ковеллин, блеклая руда.

Основу вкрапленной минерализации составляют зерна пирита. В аншлифе

проявлены зерна пирита двух генерации: 1 генерация - зерна идиоморфной

(кубической, додекаэдрической формы). В них практически нет включений

других минералов. Границы зерен достаточно ровные. 2 генерация пирита -

это более крупные идиоморфные и ксеноморфные зерна. Они развиты как в виде самостоятельных зерен, так и в

сростке с халькопиритом и сфалеритом, реже арсенопиритом. В пирите второй генерации отмечены

многочисленные включения галенита, реже халькопирита и сфалерита. Галенит отмечен в виде

овальных включений размером от 4-8 мкм до 40-48 мкм. Халькопирит также

отмечен в виде овальных, округлых включений размером 2-35 мкм. В целом

размер зерен пирита в аншлифе колеблется в пределах от 10-15 мкм до 270-

560 мкм, сростки достигают 800-1900 мкм.

Сфалерит в пробе отмечен в ассоциации с пиритом, халькопиритом и в

виде самостоятельных зерен. Отмечены единичные сростки с галенитом.

Форма зерен - ксеноморфная, угловатая. Размер зерен колеблется в пределах

от 15-30 мкм до 650-750 мкм, крупные скопления до 1000-1570 мкм. В сфалерите отмечена эмульсионная вкрапленность халькопирита. При детальном изучении отмечены единичные включения галенита. В сфалерите также отмечены крупные изометричные зерна халькопирита. Халькопирит в пробе отмечен в виде зерен изометричной, амебообразной формы. Отмечен в ассоциации со сфалеритом, причем как в виде крупных зерен, так и эмульсионной вкрапленности. Размер зерен колеблется в пределах от 5-18 мкм до 230-280 мкм. В некоторых зернах халькопирита отмечены структуры замещения игольчатых, пламеневидных зерен ковеллина. Вторичные минералы меди образуют своего рода каемку по границе зерен, центральная часть не изменена. Также при детальном изучении в халькопирите обнаружены зерна блеклой руды. Размер зерен блеклой руды от 6-18 мкм до 40-56 мкм. Арсенопирит отмечен в виде единичных идиоморфных зерен, развитых в ассоциации с пиритом. Размер зерен порядка 70-118 мкм.

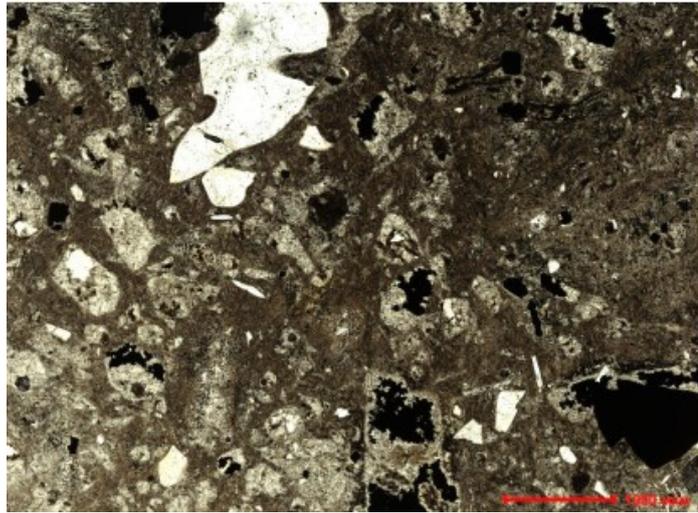


Рисунок 4.13 - Туф или лавобрекчия кислого состава. Шлиф. Николи параллельны.

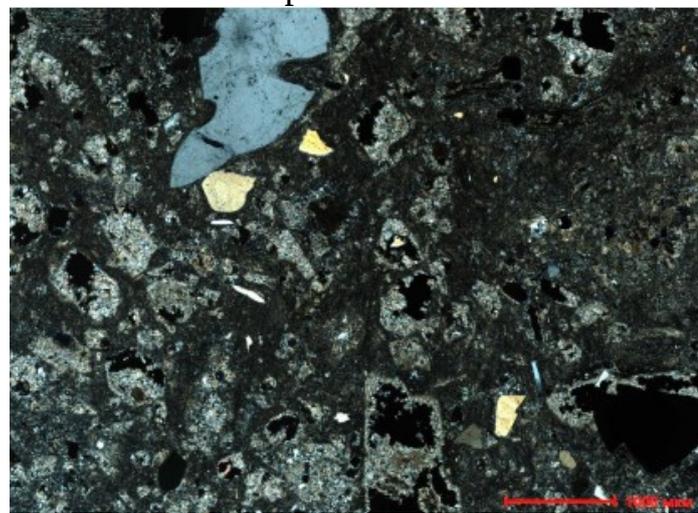


Рисунок 4.14 - Туф или лавобрекчия кислого состава. Шлиф. Николи скрещены

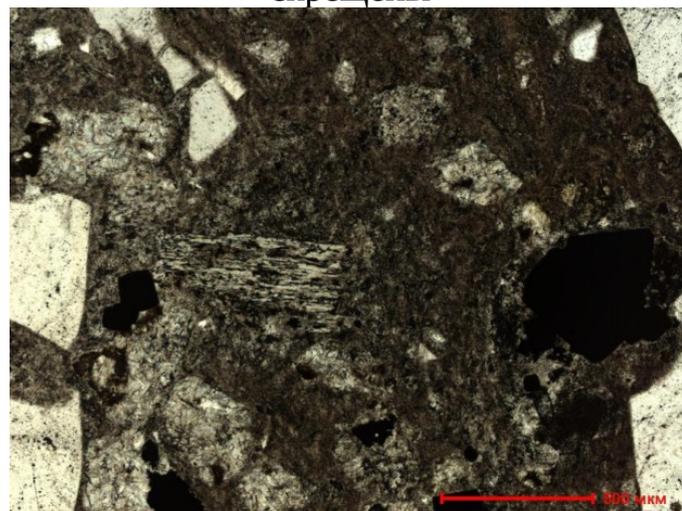


Рисунок 4.15 - Таблички плагиоклаза, замещенные смесью гидросерицита и землистого эпидота. Единичные чешуйки слюдистого минерала, интенсивно замещенные вторичными. Шлиф. Николи параллельны.

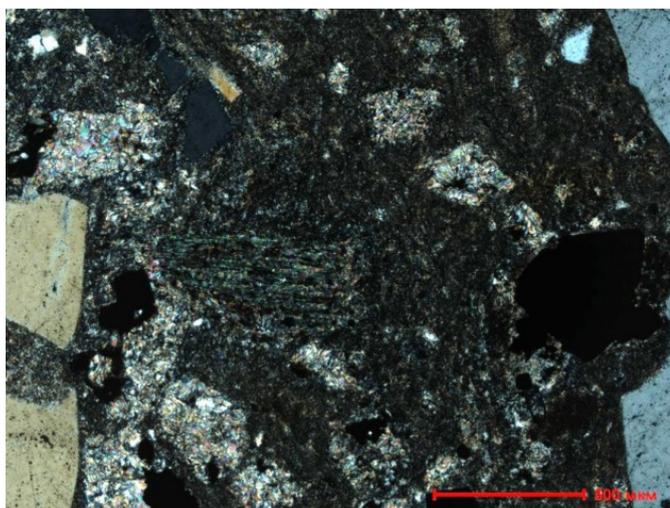


Рисунок 4.16 - Таблички плагиоклаза, замещенные смесью гидросерицита и землистого эпидота. Единичные чешуйки слюдястого минерала, интенсивно замещенные вторичными. Шлиф. Николи скрещены.

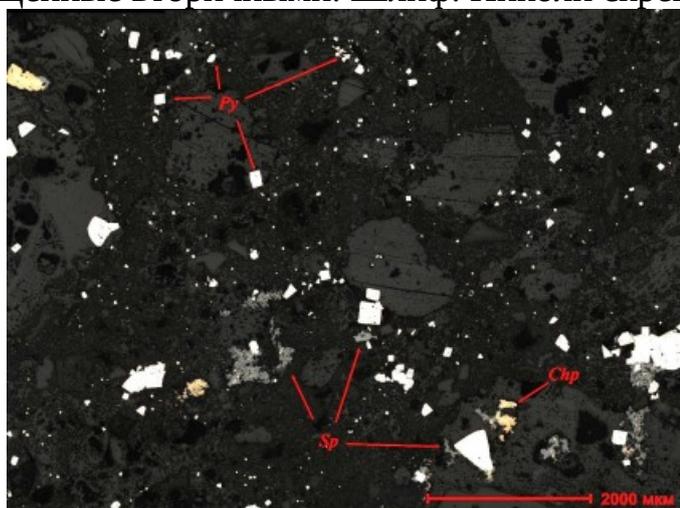


Рисунок 4.17 - Аншлиф. Вкрапленность зерен пирита (Py), сфалерита (Sp) и халькопирита (Chp)

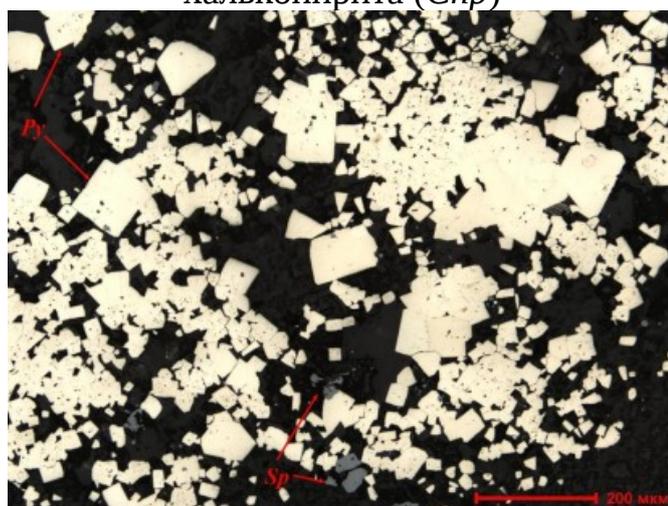


Рисунок 4.18 - Аншлиф. Скопления зерен пирита (Py) в сростке со сфалеритом (Sp)

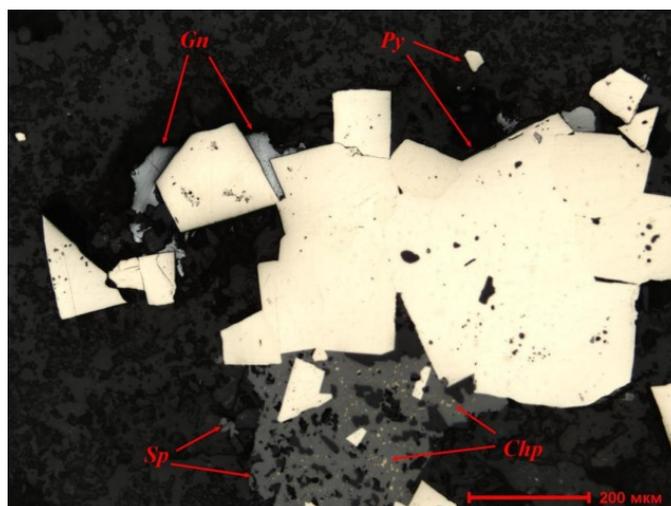


Рисунок 4.19 - Аншлиф. Сросток пирита (Py) со сфалеритом (Sp) и галенитом (Gn). В сфалерите эмульсионная вкрапленность халькопирита (Chp)

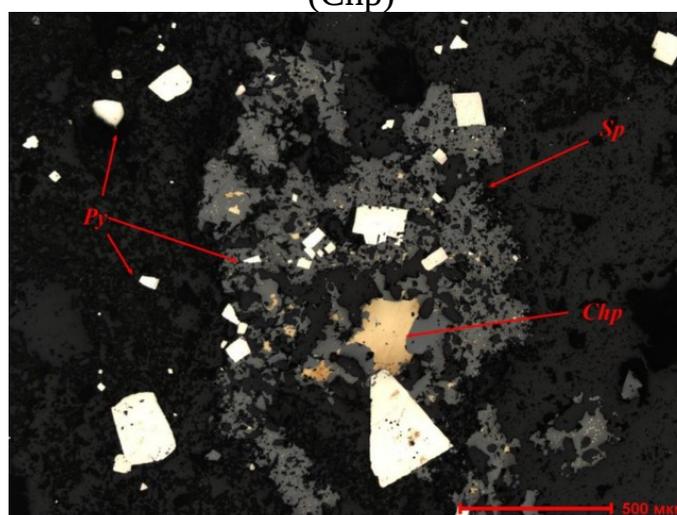


Рисунок 4.20 - Аншлиф. Сросток пирита (Py) со сфалеритом (Sp) и халькопиритом (Chp)

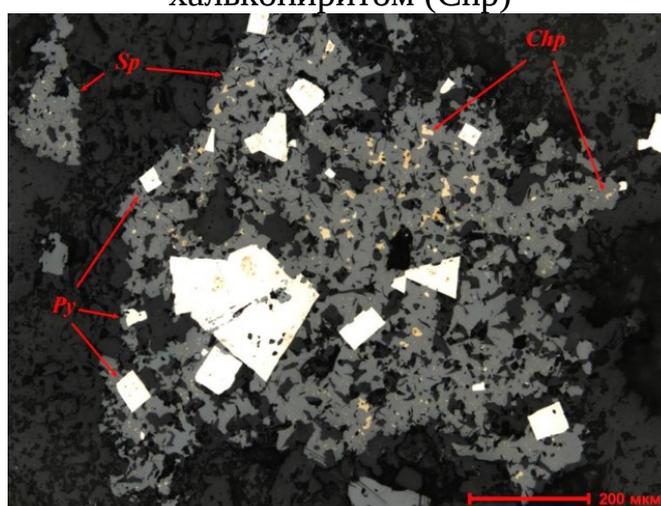


Рисунок 4.21 - Аншлиф. Сросток пирита (Py) со сфалеритом (Sp). В сфалерите эмульсионная вкрапленность халькопирита (Chp)

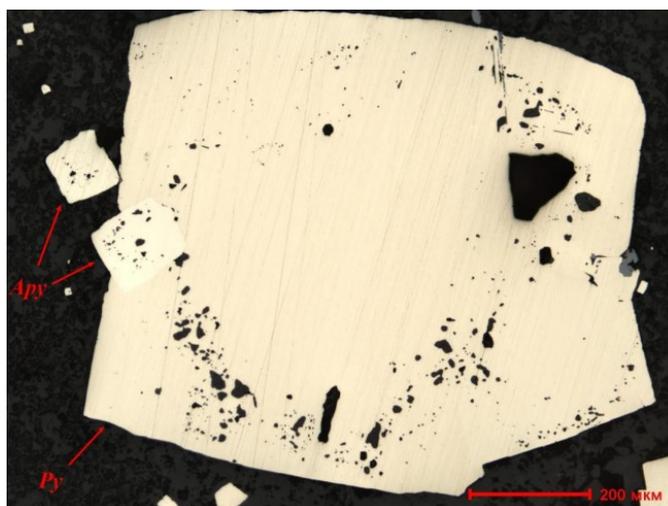


Рисунок 4.22 - Аншлиф. Зерно пирита (Py) с включениями в нем арсенопирита (Apy)

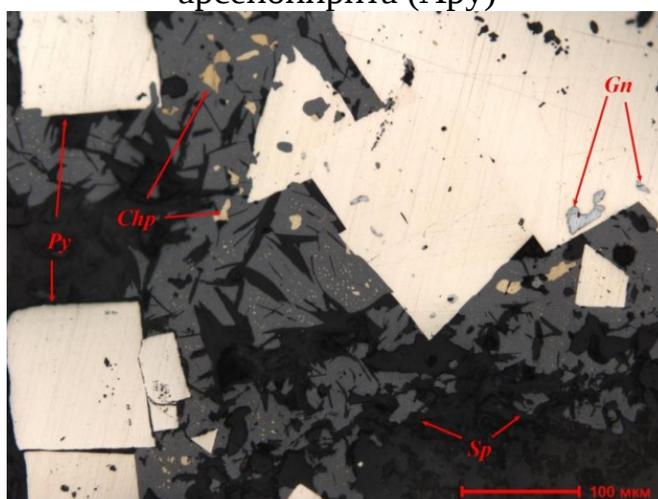


Рисунок 4.23 - Аншлиф. Зерно пирита (Py) в сростке со сфалеритом (Sp). В пирите включения галенита (Gn). В сфалерите эмульсионная вкрапленность халькопирита (Chp)



Рисунок 4.24 - Аншлиф. Зерно пирита (Py) в сростке со сфалеритом (Sp). В пирите включения галенита (Gn) и халькопирита. В сфалерите эмульсионная вкрапленность халькопирита (Chp)

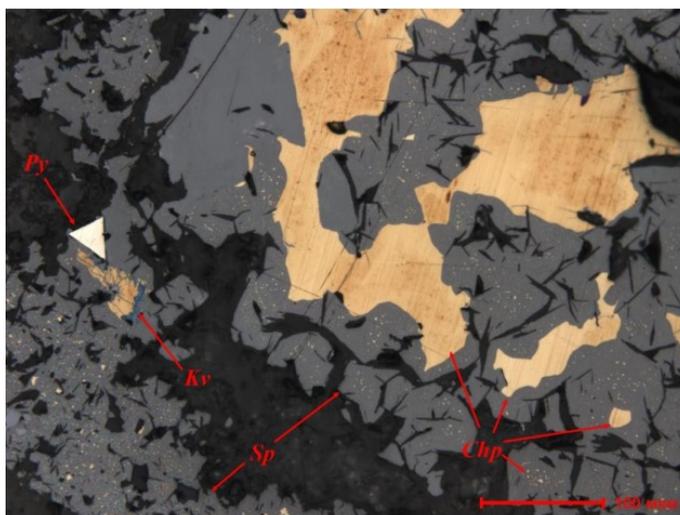


Рисунок 4.25 - Аншлиф. Изометричные зерна халькопирита (Chp) в сфалерите (Sp). Единичные зерна пирита (Py). По халькопириту развита каемка из ковеллином (Kv)

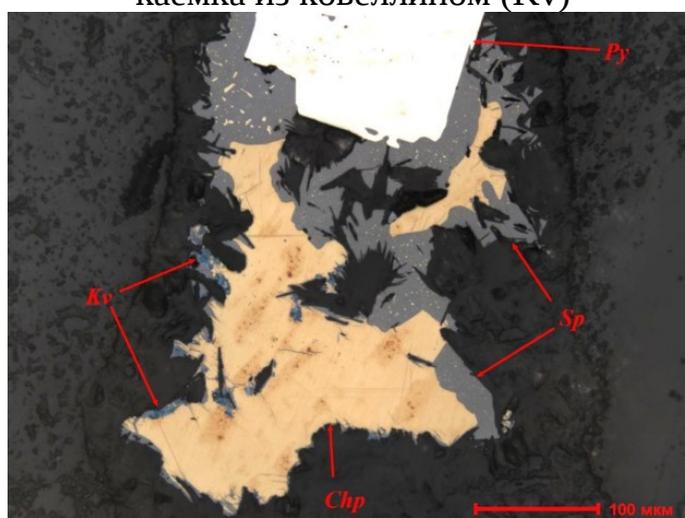


Рисунок 4.26 - Аншлиф. Изометричные зерна халькопирита (Chp) в сростке со сфалеритом (Sp). Единичные зерна пирита (Py). По халькопириту развита каемка из ковеллином (Kv)

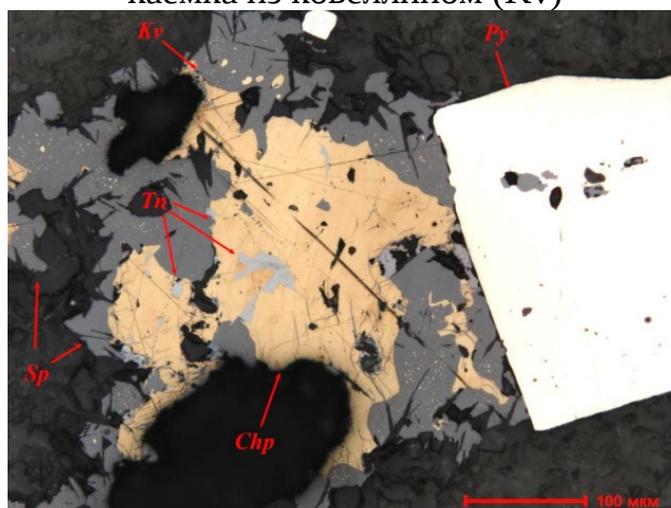


Рисунок 4.27 - Аншлиф. Изометричные зерна халькопирита (Chp) в сростке со сфалеритом (Sp). Единичные зерна пирита (Py). По халькопириту развита незначительная каемка из ковеллином (Kv). В халькопирите включения блеклой руды (Tn)



Рисунок 4.28 - Образец №3

В петрографическом плане образец представляет собой измененный кристалло-литокластический туф с рудными минералами. Структура реликтовая, псаммитовая. Текстура массивная. В виде реликтов исходной обломочной пирокластической породы заметны кристаллокласты кварца размером 0,3-0,9 мм, которые составляют порядка 10%. Отмечены и более крупные литокласты размером в диаметре до

1,7 мм с характерной субовальной формой. Они составляют порядка 25-30%. Присутствуют в породе мелкие линзочки стекла пепловых частиц, которые заметны лишь при подсветке. Размер линзочек до 0,5 мм по удлинению.

Примерно половина всех литокластических обломков совершенно безрудны, сложены они микрофельзитовым кварц-полевошпатовым агрегатом. В остальных, как бы раскристаллизованных обломках большая их часть выполнена рудными минералами. Часть зерен рудного минерала развиты в ассоциации с криптозернистым карбонатом. Масса между обломками псаммитовых размеров выглядит как неравномерно девитрифицированный стекловатый агрегат, содержащий неравномерную рудную вкрапленность.

Рудные минералы образуют неравномерную, достаточно интенсивную вкрапленную минерализацию. Рудные минералы составляют порядка 30% от площади аншлифа. Главный рудный минерал – пирит, второстепенные –

сфалерит, единичные – галенит, халькопирит, ковеллин, рутил, самородное серебро и электрум.

Вкрапленная минерализация сложена зернами пирита и ксеноморфными скоплениями сфалерита. Преобладает все же пирит. Представлены они зернами пирита 2 генераций: 1 генерация – зерна идиоморфной (кубической, додекаэдрической формы). В них практически нет включений других минералов. Границы зерен достаточно ровные. 2 генерация пирита – это более крупные идиоморфные и ксеноморфные зерна.

Пирит второй генерации образует также крупные скопления, а также многочисленные сростки со сфалеритом. В пирите второй генерации отмечены многочисленные включения галенита, халькопирит, сфалерита и пирротина (рис. 1.18.6-1.18.9. Включения овальной, округлой формы, реже отмечены более изометричные зерна. Размер включений галенита (от 1,5-2 мкм до 18-32 мкм), сфалерит (от 3-7 мкм до 38 мкм), пирротина (от 2-4 мкм до

15 мкм), халькопирита (от 1-3 мкм до 20-26 мкм). В таких включениях в пирите развиты и мелкие зерна электрума. Тяготеет электрум все же к галениту. Размер зерен электрума колеблется в пределах от 1,5-2,3 мкм до 7-13,7 мкм. При детальном изучении отмечен единичное свободное зерно самородного серебра размером 4,4 мкм.

Сфалерит отмечен в виде самостоятельных зерен и в ассоциации с пиритом. Зерна угловатой, ксеноморфной формы. Размер от 4-15 мкм до 380-450 мкм, единичные более крупные до 1000-1200 мкм. Отмечены и скопления изометричных зерен сфалерита до 3850 мкм. В сфалерите развита эмульсионная вкрапленность халькопирита. В виде единичных угловатых включений отмечены зерна галенита. Сфалерит образует многочисленные сростки с пиритом. В некоторых зернах сфалерита отмечена каемка из пламенивидных, игольчатых зерен ковеллина. Ковеллин отмечен также в виде единичных зерен размером от 2-5 мкм до 35-58 мкм.

Рутил представлен игольчатыми, пластинчатыми, реже ксеноморфными зернами. Отмечены в виде самостоятельных зерен и их скоплений. Также отмечены единичные сростки с пиритом, сфалеритом. Размер зерен рутила колеблется в пределах от 4-7,5 мкм до 100-120 мкм, скопления до 200-250 мкм.

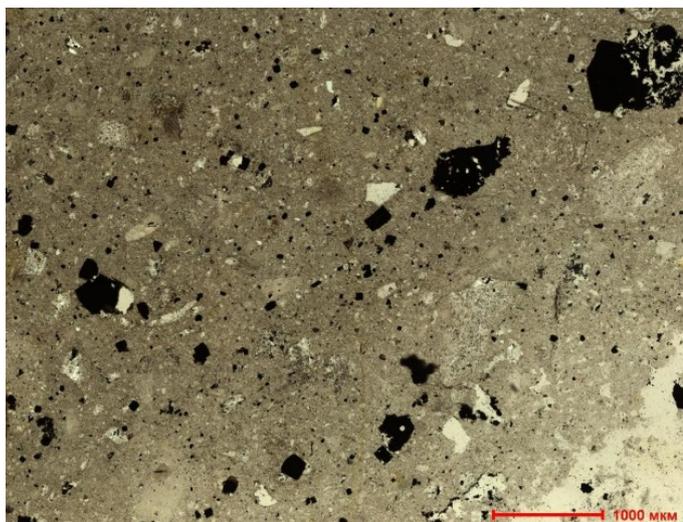


Рисунок 4.29 - Измененный кристалло-литокластический туф с реликтовой, псаммитовой структурой. Шлиф. Николи параллельны.

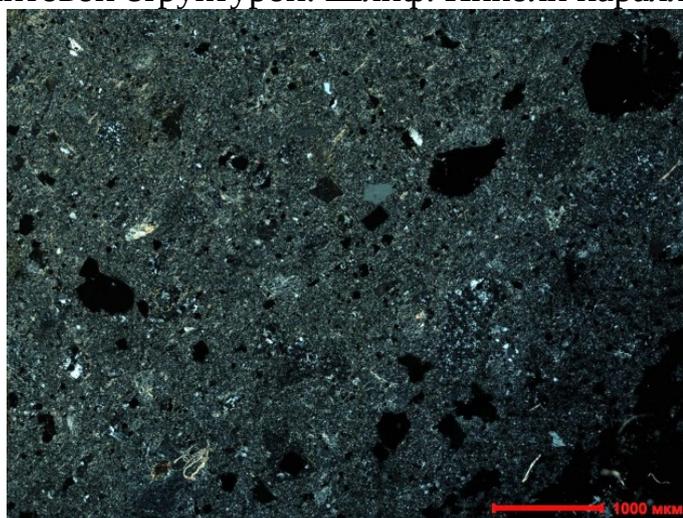


Рисунок 4.30 - Измененный кристалло-литокластический туф с реликтовой, псаммитовой структурой. Шлиф. Николи скрещены

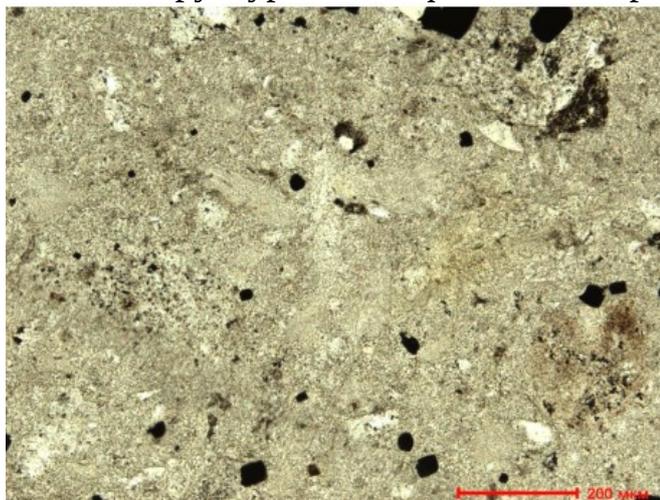


Рисунок 4.31 - Неравномерно девитрифицированный стекловатый агрегат, развитый между псаммитовыми обломками. Шлиф. Николи параллельны.

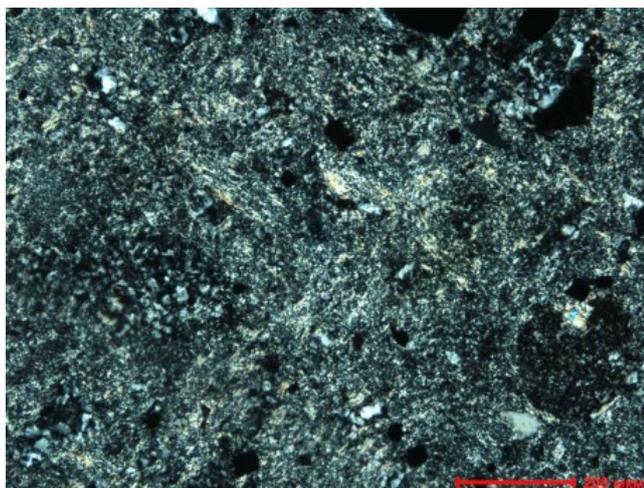


Рисунок 4.32 - Неравномерно девитрифицированный стекловатый агрегат, развитый между псаммитовыми обломками. Шлиф. Николи скрещены.

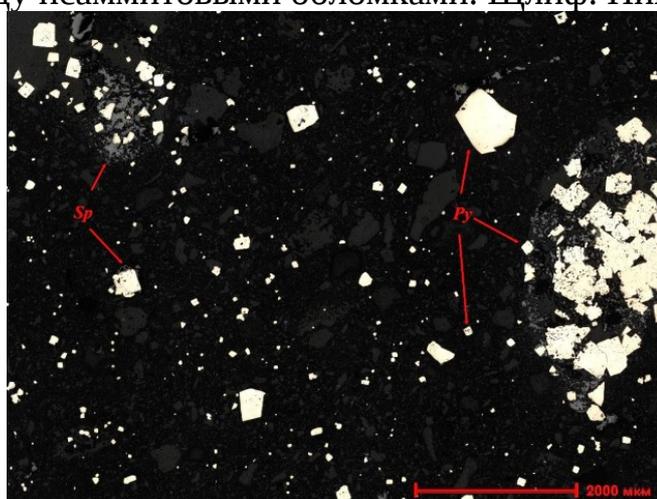


Рисунок 4.33 - Аншлиф. Вкрапленная минерализация, сложенная зернами пирита (Py) и сфалерита (Sp)

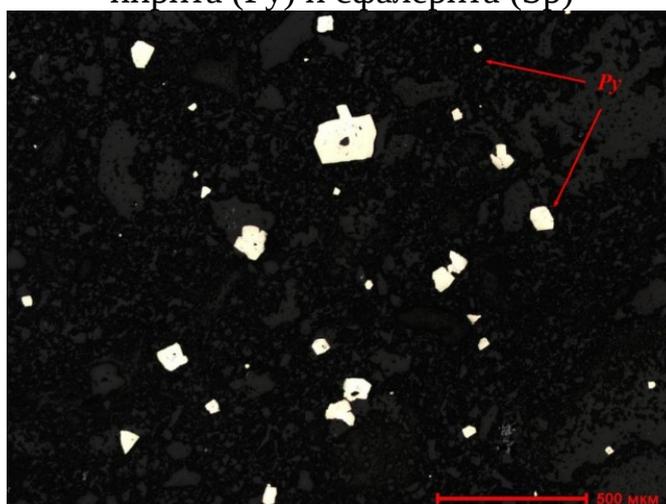


Рисунок 4.34 - Аншлиф. Вкрапленность идиоморфных зерен пирита (Py)

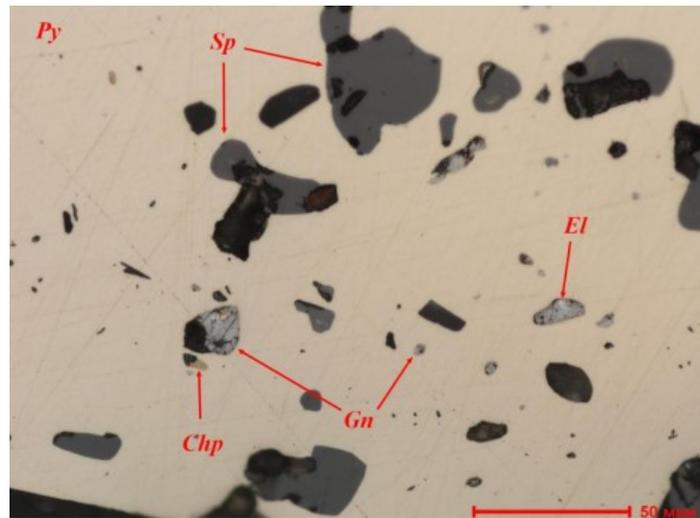


Рисунок 4.35 - Аншлиф. В пирите (Py) включения зерен сфалерита (Sp), галенита (Gn) и халькопирита (Chp). Электрум (El) в ассоциации с галенитом.

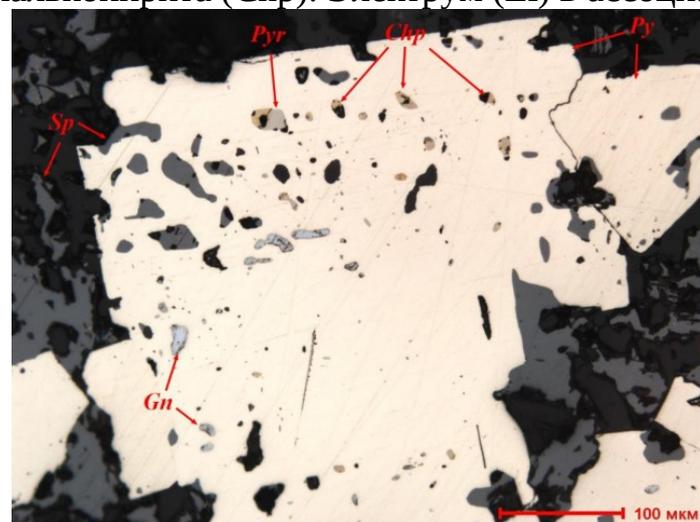


Рисунок 4.36 - Аншлиф. Пирит (Py) в сростке со сфалеритом (Sp). В пирите многочисленные включения зерен пирротина (Pyr), галенита (Gn) и халькопирита (Chp)

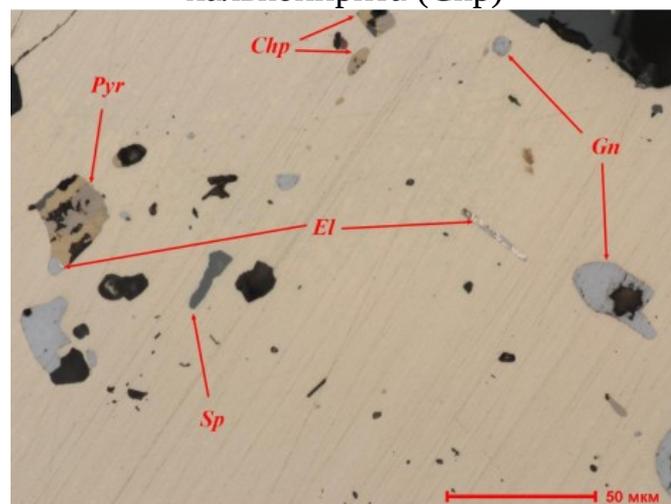


Рисунок 4.37 - Аншлиф. В пирите (Py) включения зерен сфалерита (Sp), галенита (Gn), халькопирита (Chp) и пирротина (Pyr). Электрум (El) в ассоциации с галенитом.

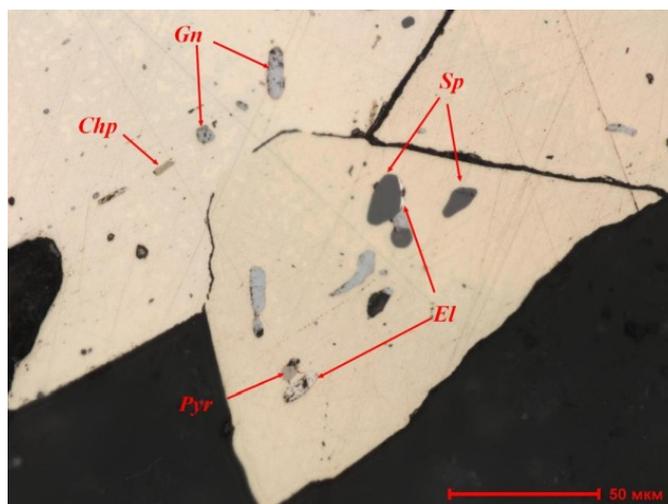


Рисунок 4.38 - Аншлиф. В пирите (Pyr) включения зерен сфалерита (Sp), галенита (Gn), халькопирита (Chp) и пирротина (Pyr). Электрум (El) в ассоциации с халькопиритом и сфалеритом.

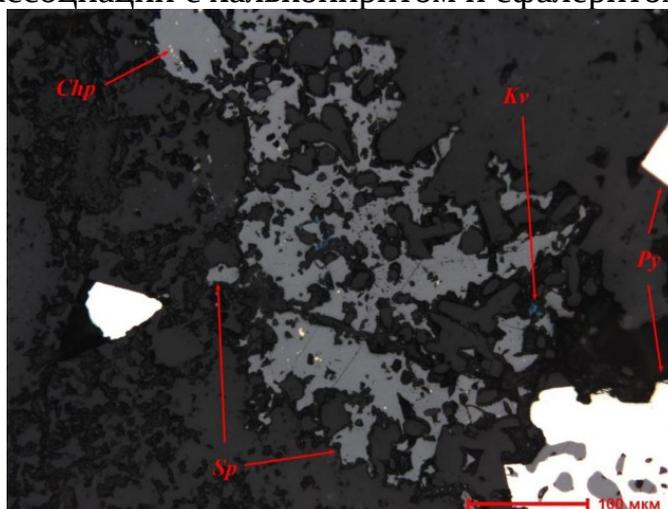


Рисунок 4.39 - Аншлиф. Угловатые, ксеноморфные зерна сфалерита (Sp). Зерна пирита (Pyr) и ковеллина (Kv). В сфалерите включения халькопирита (Chp)

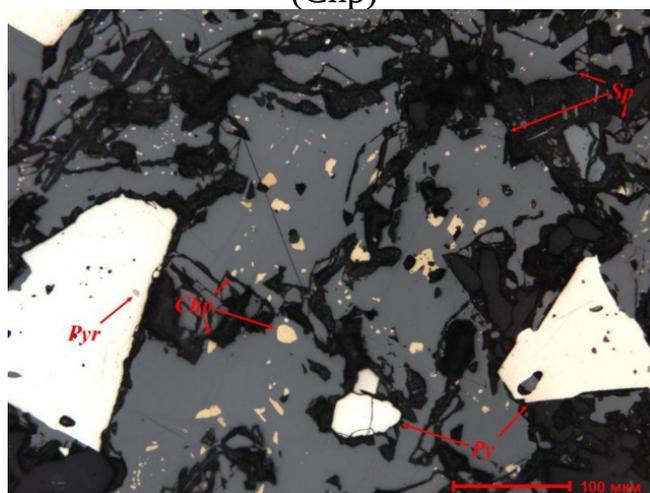


Рисунок 4.40 - Аншлиф. Сфалерит (Sp) в сростке с пиритом (Pyr). В сфалерите эмульсионная вкрапленность халькопирита (Chp)

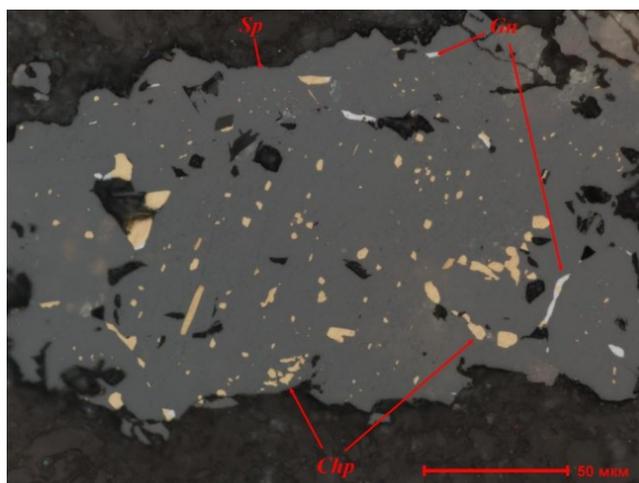


Рисунок 4.41 - Аншлиф. В сфалерите (Sp) эмульсионная вкрапленность халькопирита (Chp) и единичные зерна галенита (Gn)

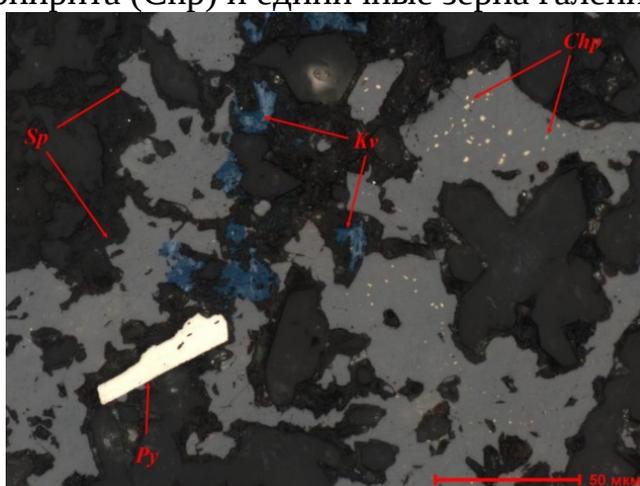


Рисунок 4.42 - Аншлиф. В сфалерите (Sp) эмульсионная вкрапленность халькопирита (Chp). Сфалерит образует сростки с ковеллином (Kv) и пиритом (Py)

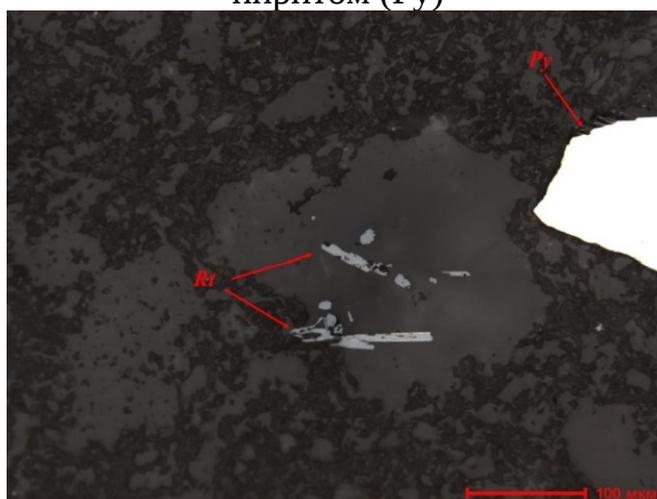


Рисунок 4.43 - Аншлиф. Игольчатые, пластинчатые зерна рутила (Rt) и пирита (Py)

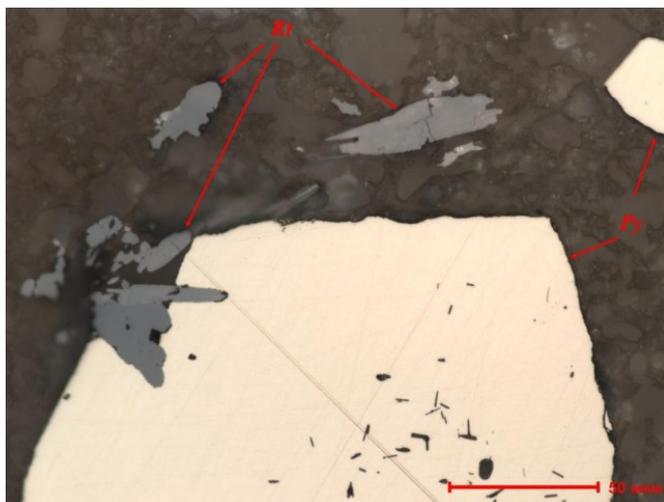


Рисунок 4.44 - Аншлиф. Игольчатые, пластинчатые зерна рутила (Rt) в сростке с пиритом (Py)



Рисунок 4.45 - Образец №4

В петрографическом плане образец представляет собой измененный туф. Структура псаммитовая. Первичная обломочная пирокластическая порода настолько изменена, уплотнена, неравномерно и очень тонко перекристаллизована, что в ней можно отметить примерно 10-15% площади, что соответствуют отдельным обломкам. Размер этих обломков 1,0-1,6 мм. Они выделяются только по наличию в них разных бурых гидроокислов Fe. Ещё несколько обломков можно отметить по сохранившимся в них реликтам флюидальной текстуры. Лишь при подсветке довольно хорошо видно, что общее количество псаммитовых обломков, размером 0,1-1,0 мм, составляют не менее 50% (остальное, вероятно, был более мелкий алевритовый пепловый материал). Среди этих обломков однозначно был полевой шпат, замещенный землистым эпидотом, пластинки слюды, замещенные гидроксерицитом и землистым эпидотом по трещинкам спайности, а также

литокласты. Литокласты сейчас – это кремнисто-гидрослюдистые образования, иногда гидросерицитовые, а иногда почти мономинерально-кремнистые. По всей массе развиты мелкие кристаллики рудного минерала. Рудные минералы образуют крайне редкую вкрапленную, прожилковую минерализацию. Сложена буквально несколькими зернами, скоплениями зерен и прожилками. Рудные минералы составляют порядка 1% от площади 102 аншлифа. Главный рудный минерал – гидроокислы железа, второстепенные – рутил. Наиболее проявлены в аншлифе гидроокислы железа. Представлены они в виде единичных ксеноморфных зерен и их скоплений. Также отмечены непротяжённые, тонкие прожилки гидроокислов железа. Прожилки чаще всего приурочены к трещинам в породе или прожилкам кварца. Ширина прожилков составляет порядка 4-25 мкм. В ксеноморфных зернах и их скоплениях отмечены красивые концентрически-зональные структуры замещения, сложенные смесью гетита и лепидокрокита. Также при детальном изучении обнаружены скопления, сложенные своего рода глобулярными зернами. В целом размер зерен, скоплений зерен гидроокислов железа колеблется в пределах 30- 50 мкм до 300-360 мкм. В аншлифе отмечены и редкие ксеноморфные зерна, приуроченные вероятнее всего к слюдыстым минералам. Размер таких зерен от 2-3 мкм до 50- 60 мкм. Рутил образует в аншлифе редкую вкрапленность из зерен ксеноморфной, реже таблитчатой формы. Размер зерен от 3-6 мкм до 25-33 мкм, реже до 75 мкм.

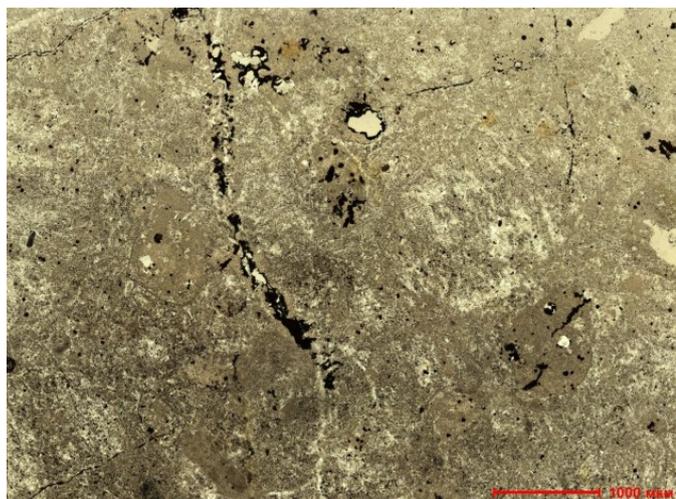


Рисунок 4.46 - Измененный туф с псаммитовой структурой. Шлиф. Николи параллельны

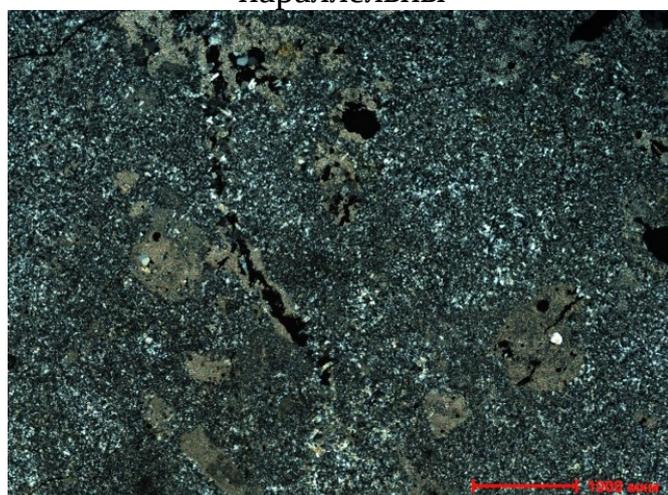


Рисунок 4.47 - Измененный туф с псаммитовой структурой. Шлиф. Николи скрещены.

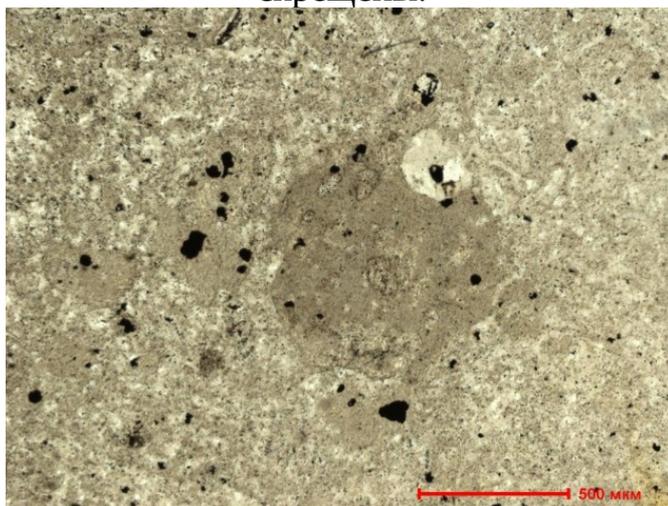


Рисунок 4.48 - Обломки, литокласты, сложенные гидросерицитовым агрегатом Шлиф. Николи параллельны.

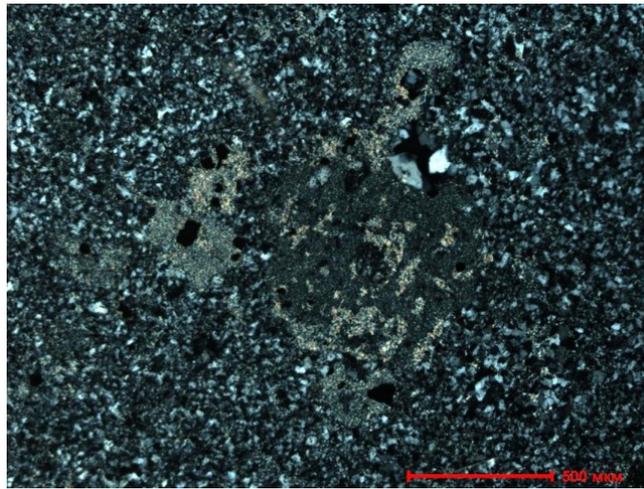


Рисунок 4.49 - Обломки, литокласты, сложенные гидросерицитовым агрегатом. Шлиф. Николи скрещены.

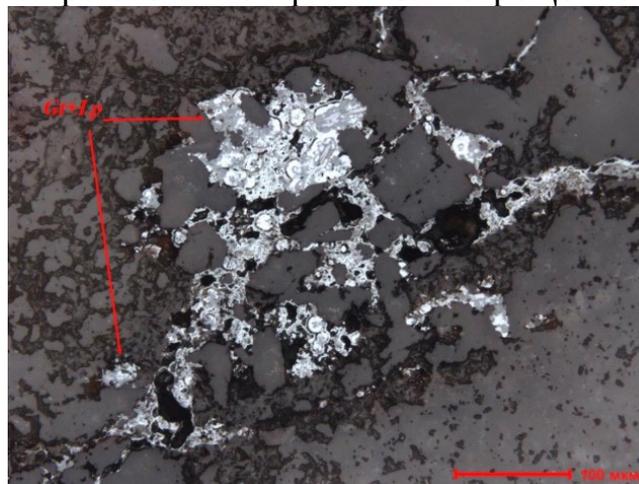


Рисунок 4.50 - Аншлиф. Единичные скопления зерен гидроокислов железа (Gt – гетит, Lp - лепидокрокит)

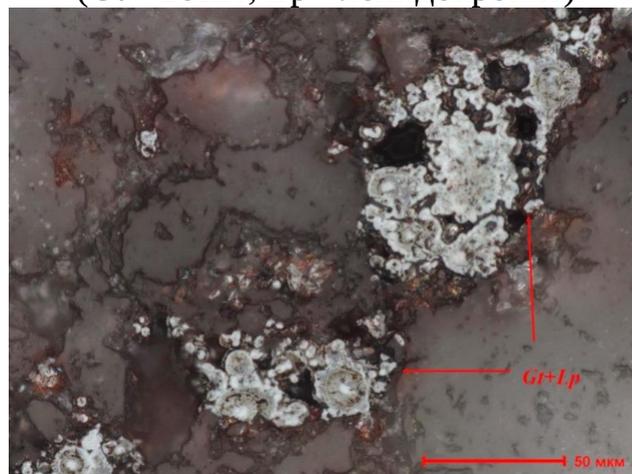


Рисунок 4.51 - Аншлиф. Единичные скопления зерен гидроокислов железа (Gt – гетит, Lp - лепидокрокит), образующие концентрически-зональные структуры замещения.

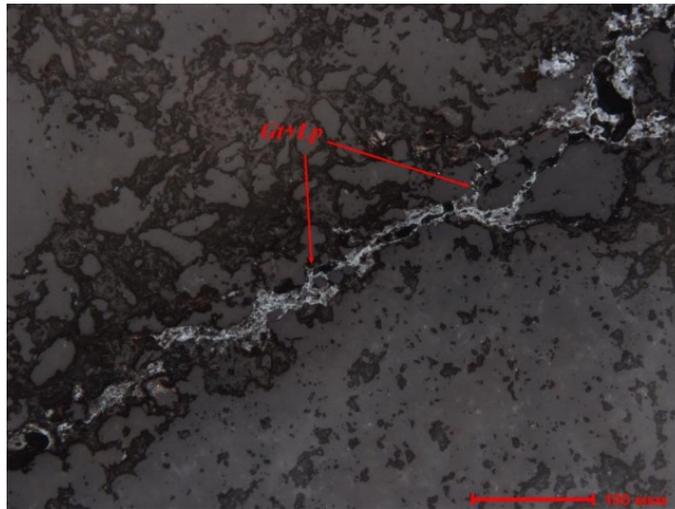


Рисунок 4.52 - Аншлиф. Тонкие прожилки, сложенные гидроокислами железа (Gt – гетит, Lp – лепидокрокит)

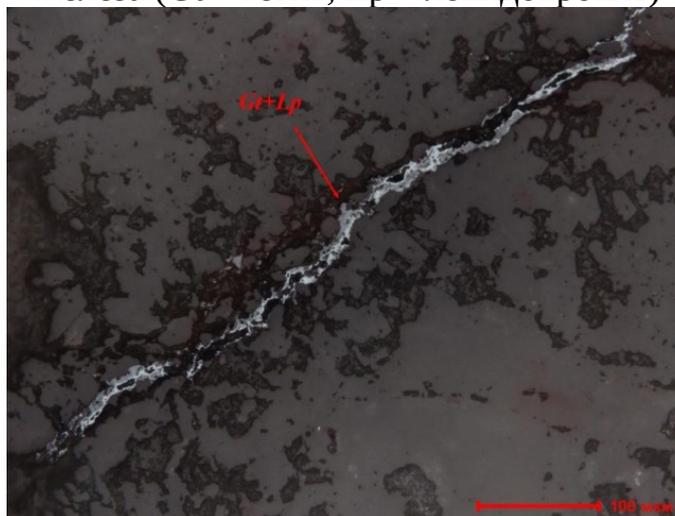


Рисунок 4.53 - Аншлиф. Тонкие прожилки, сложенные гидроокислами железа (Gt – гетит, Lp - лепидокрокит)



Рисунок 4.54 - Аншлиф. Скопления глобулярных зерен гидроокислов железа (Gt – гетит, Lp - лепидокрокит)

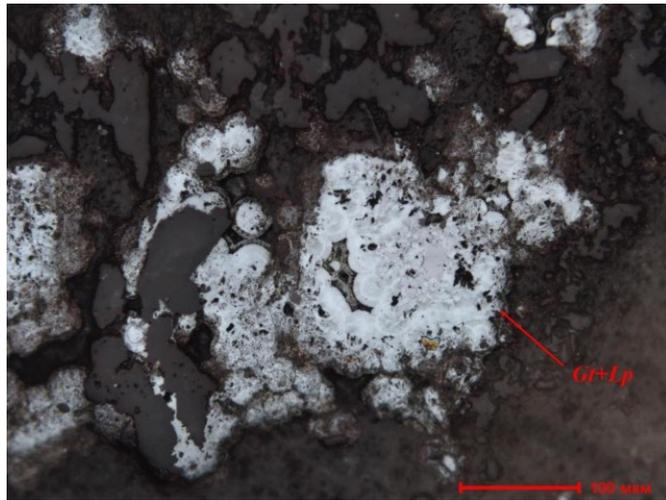


Рисунок 4.55 - Аншлиф. Скопления глобулярных зерен гидроокислов железа (Gt – гетит, Lp – лепидокрокит)

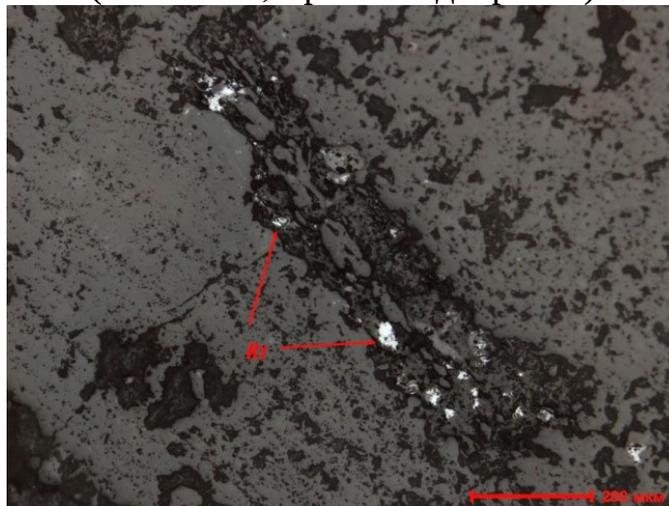


Рисунок 4.56 - Аншлиф. Редкая вкрапленность зерен рутила (Rt)



Рисунок 4.57 - Образец №5

В петрографическом плане образец представляет собой спекшийся кристалло-литокластический туф. Структура псаммо-псефитовая. Текстура беспорядочная. Довольно крупнообломочная пирокластическая порода, в которой псефитовый материал (>2мм) составляет до 60-70% площади шлифа. Самые крупные обломки представлены литокластами кислого состава с порфировой структурой и микрозернистой кварц-полевошпатовой массой. Состав литокластов преимущественно кварц и чешуйки слюды. Размер их порядка 4-8,5 мм. Форма обломков характерная субовальная. Следующая группа обломков - это литокласты, вероятно умереннокислого состава. Размер обломков порядка 0,3-2,5 мм. Вкрапленники представлены полевым шпатом. Сама масса обломков и вкрапленники представляют собой тончайший кремнисто-полевошпат-гидрослюдистый агрегат. Во вкрапленниках чешуйки слюды несколько крупнее и поэтому вкрапленники в скрещенных николях имеют более высокое двупреломление. Никакой сортировки в расположении обломков нет. Цементы между обломками также практически нет, однако видно, что участки между обломками на данный момент представляют собой раскристаллизованный кремнистый, гидросерицит-кремнистый агрегат, развитый по тонкому обломочному материалу. Выделяются также обломки кварца с регенерационной каемкой. Размер обломков кварца порядка 0,15-0,2 мм. Рудные минералы образуют неравномерную вкрапелнную минерализацию. Рудные минералы составляют порядка 3-5% от площади 24 аншлифа. Главный рудный минерал – пирит, сфалерит, единичные – халькопирит, арсенопирит, галенит, рутил, электрум. Пирит в аншлифе представлен идиоморфными, реже ксеноморфными зернами. Основная часть зерен – это самостоятельные зерна, лишь изредка отмечены сростки пирита со сфалеритом. При детальном изучении в единичных зернах пирита отмечены включения галенита, пирротина и электрума. Причем галенит развит в ассоциации с электрумом, размер их

составляет порядка 26 мкм. Пирротин образует мелкие овальные включения размером порядка 9,5 мкм. В целом размер самих зерен пирита колеблется в пределах от 30-50 мкм до 180-520 мкм. Сфалерит отмечен в виде крупных ксеноморфных, изометричных зерен. Размер колеблется в пределах от 55-100 мкм до 950-1130 мкм. Отмечены зерна с интенсивной эмульсионной вкрапленностью халькопирита в сфалерите, а также абсолютно не осложненные другими рудными минералами. В виде единичных зерен в аншлифе отмечены ксеноморфные, реже призматические зерна арсенопирита. У некоторых зерен корродированные границы, а также есть с четкими гранями. Образуют единичные сростки с пиритом. В целом размер зерен порядка 51-350 мкм. Рутил отмечен в аншлифе в виде игольчатых, пластинчатых, реже ксеноморфных зерен. Размер зерен от 2-12 мкм до 100-145 мкм. Образуют редкую вкрапленность в породе. Отмечены также зерна, приуроченные к трещинам, спайностям в минерале.

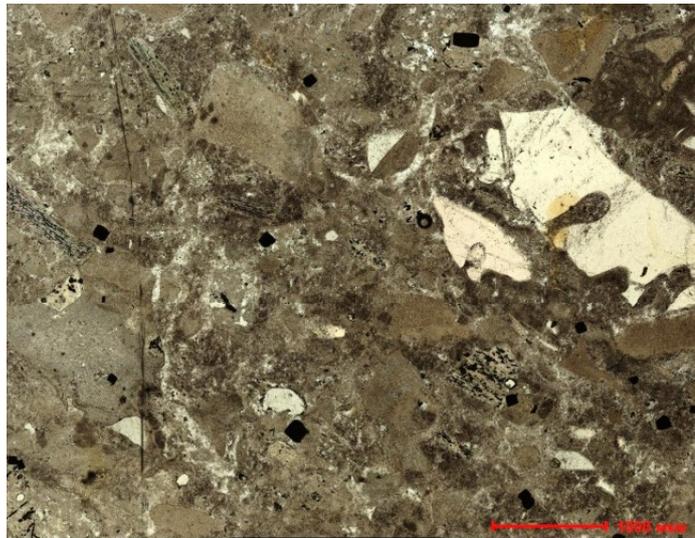


Рисунок 4.58 - Спекшийся кристалло-литокластический туф с псаммопсефитовой структурой. Шлиф. Николи параллельны.



Рисунок 4.59 - Спекшийся кристалло-литокластический туф с псаммопсефитовой структурой. Шлиф. Николи скрещены.

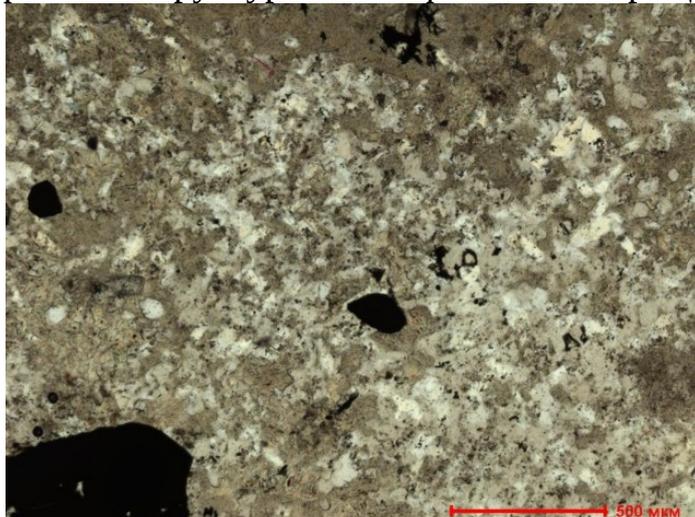


Рисунок 4.60 - Литокласт, сложенный зернами кварца и чешуйками слюдистых минералов. Также незначительно проявлены измененные зерна полевого шпата. Шлиф. Николи параллельны.

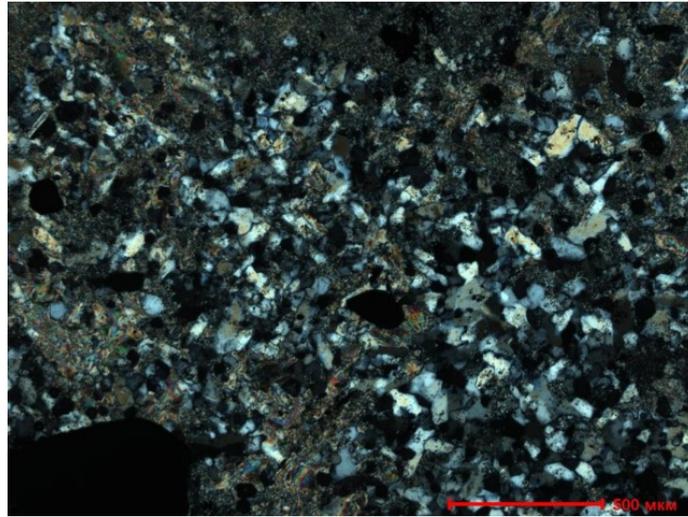


Рисунок 4.61 - Литокласт, сложенный зернами кварца и чешуйками слюдистых минералов. Также незначительно проявлены измененные зерна полевого шпата. Шлиф. Николи скрещены.

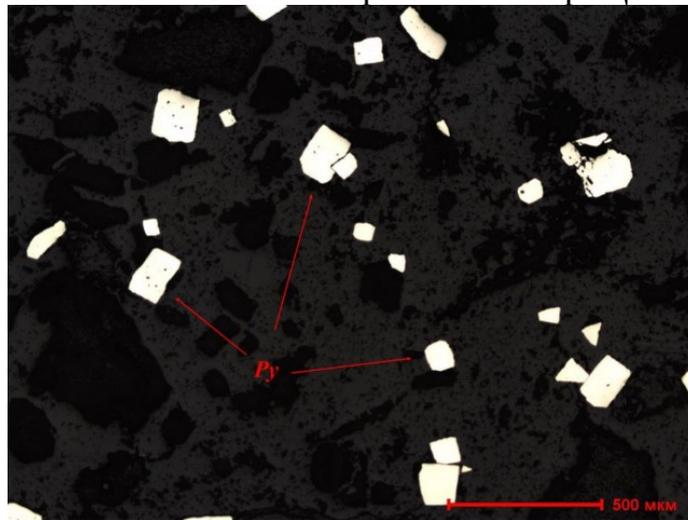


Рисунок 4.62 - Аншлиф. Вкрапленность зерен пирита (Py)

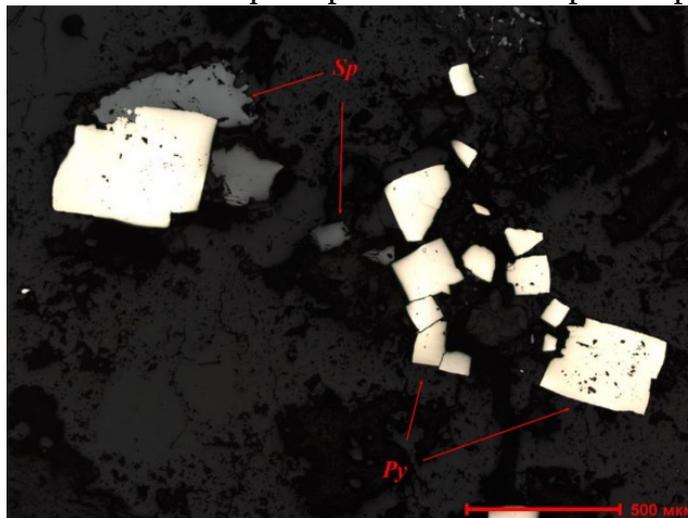


Рисунок 4.63 - Аншлиф. Идиоморфные зерна пирита (Py) в сростке со сфалеритом (Sp)

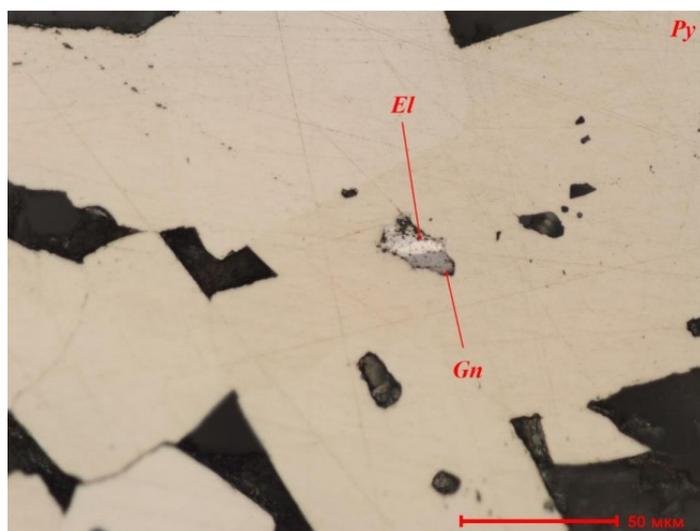


Рисунок 4.64 - Аншлиф. В зернах пирита (Py) включения галенита (Gn) в ассоциации с электрумом (El)

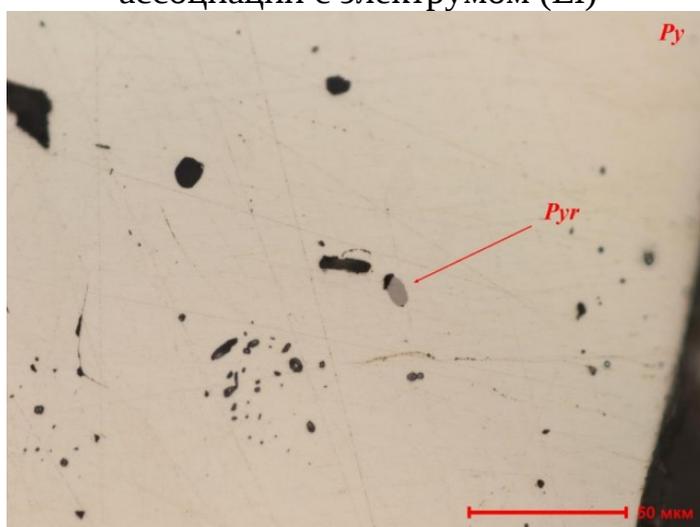


Рисунок 4.65 - Аншлиф. В зернах пирита (Py) включения пирротина (Pyr)

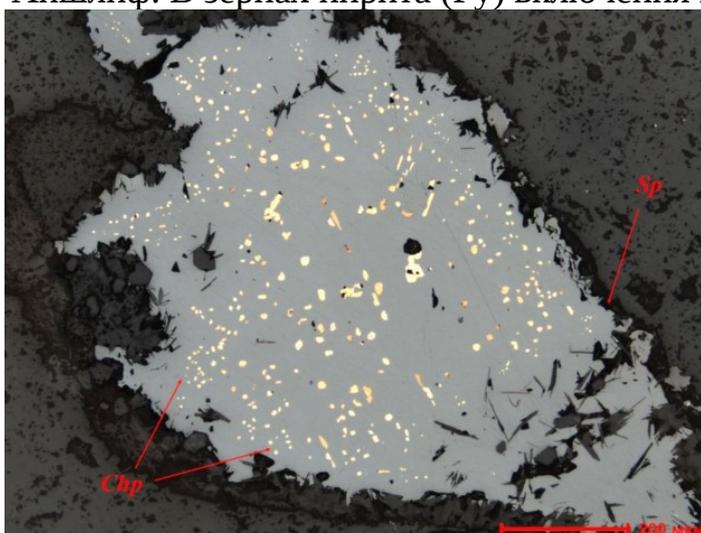


Рисунок 4.66 - Аншлиф. Зерно сфалерита (Sp) с эмульсионной вкрапленностью халькопирита (Chp)

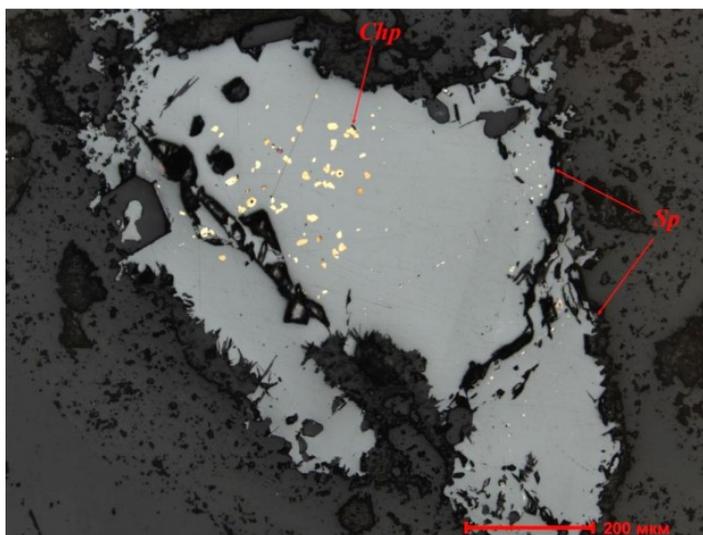


Рисунок 4.67 - Аншлиф. Зерно сфалерита (Sp) с редкой эмульсионной вкрапленностью халькопирита (Chp)

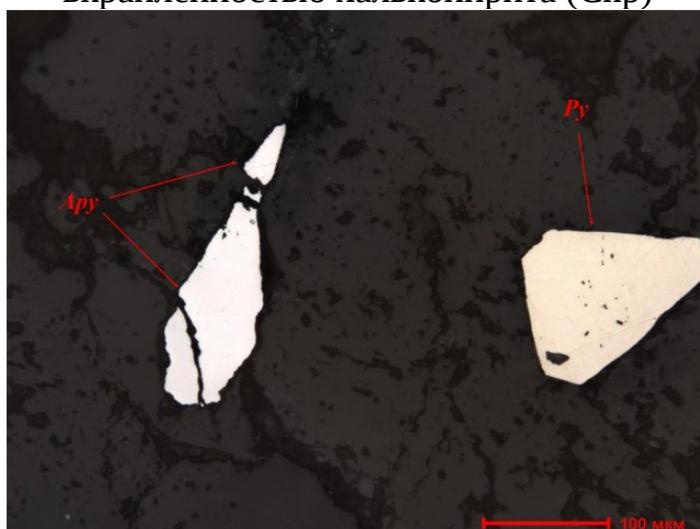


Рисунок 4.68 - Аншлиф. Единичное зерно арсенопирита (Apy) и пирита (Py)

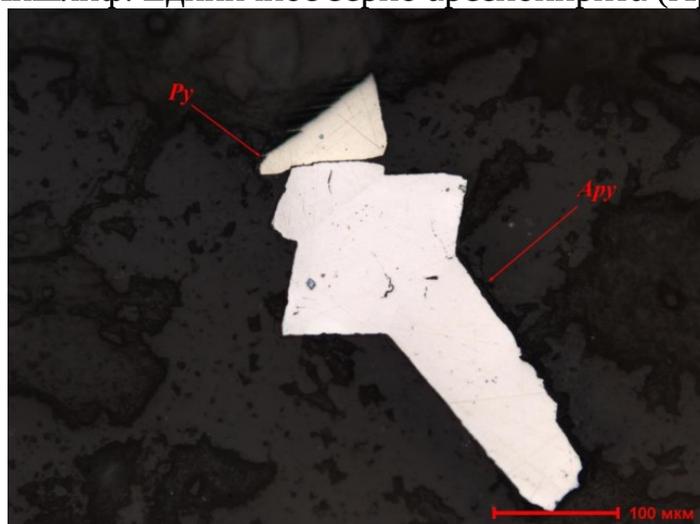


Рисунок 4.69 - Аншлиф. Единичное зерно арсенопирита (Apy) в сростке с пиритом (Py)

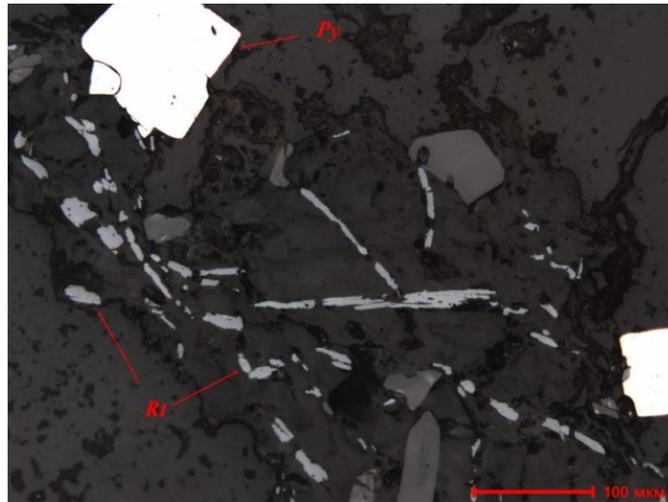


Рисунок 4.70 - Аншлиф. Идиоморфные зерна пирита (Py) и игольчатые, пластинчатые рутила (Rt)



Рисунок 4.71 - Аншлиф. Зерна рутила (Rt), развитые по спайности слюдястых минералов



Рисунок 4.72 - Образец №6

В петрографическом плане образец представляет собой спекшийся кристалло-литокластический туф, частично перекристаллизован. Структура

реликтовая псаммо-псефитовая, наложенная криптозернистая. Текстура массивная. Обломочная пирокластическая порода, в которой можно выделить лишь кристаллокласты кварца размером до 0,3-1,3 мм. Они оставляют порядка 15%. В скрещенных николях видны несколько крупных субовальных участков без чётких контуров, которые соответствуют первичным литокластам, т.е. обломкам эффузивов кислого состава. Размер обломков 4-6 мм. Также отмечены обломки, которые составляют порядка 50-60% площади шлифа, они несколько отличаются друг от друга степенью девитрификации основной массы. В некоторых обломках выделяются мелкие вкрапленники, сложенные пластинками полностью измененного биотита и более короткие призмы полевого шпата. Чешуйки биотита замещены смесью вторичных минералов – мусковитом, хлоритом, землистым эпидотом). Полевой шпат также замещен аксиолитовым агрегатом бесцветной слюды. Масса между заметными обломками (псаммо-псефитовыми) представлена тонким неравномерным кварц-полевошпат-гидрослюдистым агрегатом, в котором слабо заметны реликты пепловых частиц рогульчатой формы. Рудные минералы развиты в обломках. Отмечены крупные кристаллы рудного минерала, имеющие вокруг тонкую гидросерицитовую оторочку. В целом рудные минералы образуют редкую вкрапленную минерализацию, неравномерную. Рудные минералы составляют порядка 10% ЗЗ от площади аншлифа. Главный рудный минерал – пирит, единичные – арсенопирит, сфалерит, галенит, пирротин, рутил, самородное золото. Основу вкрапленной минерализации составляют идиоморфные, реже ксеноморфные зерна пирита. Форма зерен – кубическая, додекаэдрическая. Размер зерен пирита колеблется в пределах от 15-20 мкм до 360-470 мкм, преобладают 50-95 мкм. При детальном изучении в пирите отмечены единичные включения сфалерита, пирротина и галенита. Сфалерит образует как овальные, так и изометричные включения размером 1,3-25 мкм, реже более крупные до 66 мкм. Галенит и пирротин представлены в виде овальных, округлых включений размером 3,7-11 мкм (галенит), 1,8-8,8 мкм (пирротин). Сфалерит в пробе представлен в виде единичных ксеноморфных, угловатых зерен. Размер их от 3-8 мкм до 71-100 мкм, единичные более крупные зерна и скопления до 280 мкм. Арсенопирит в аншлифе отмечен в виде единичных зерен. Образует сростки с пиритом, а точнее крупные включения в нем. Также отмечены самостоятельные зерна пирита и с включениями в нем пирита. Размер зерен колеблется в пределах 20-150 мкм. В пирите отмечено зерно арсенопирита размером 106 мкм. Рутил отмечен в виде единичных ксеноморфных зерен. Размер их от 2-5 км до 25-35 мкм, реже до 95-110 мкм. При детальном изучении в пирите было обнаружено изомеричное зерно самородного золота. Размер золотишки порядка 42,6 мкм. Развито оно в пирите, в котором также отмечены единичные включения галенита

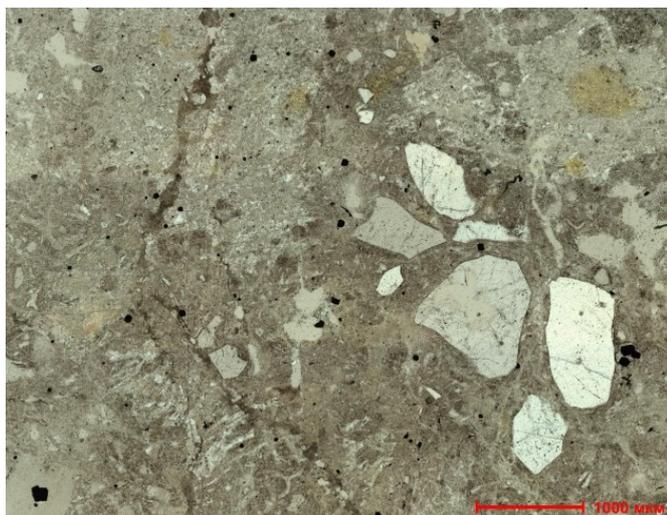


Рисунок 4.73 - Спекшийся кристалло-литокластический туф с псаммопсефитовой структурой. Частично перекристаллизован. Шлиф. Николи параллельны.

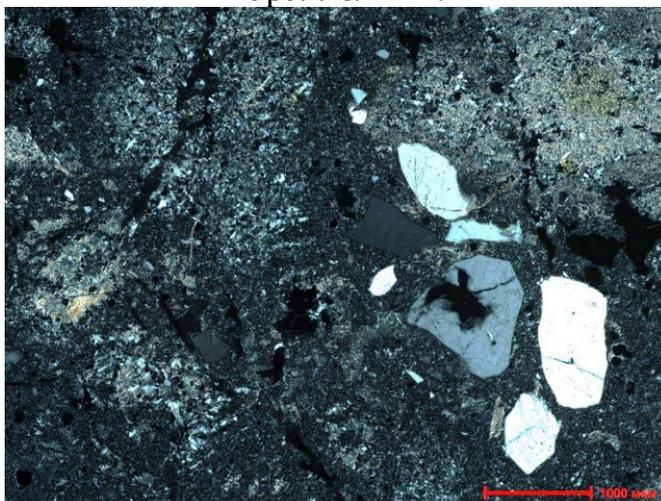


Рисунок 4.74 - Спекшийся кристалло-литокластический туф с псаммопсефитовой структурой. Частично перекристаллизован. Шлиф. Николи скрещены.

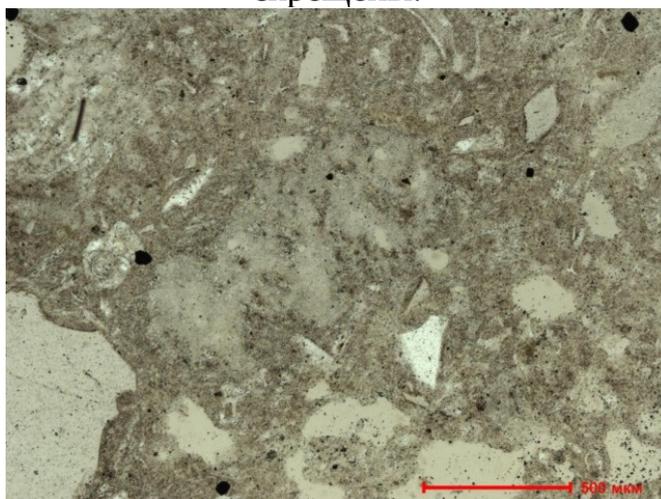


Рисунок 4.75 - Обломок первичного литокласта со слабовыраженными границами. Шлиф. Николи параллельны.

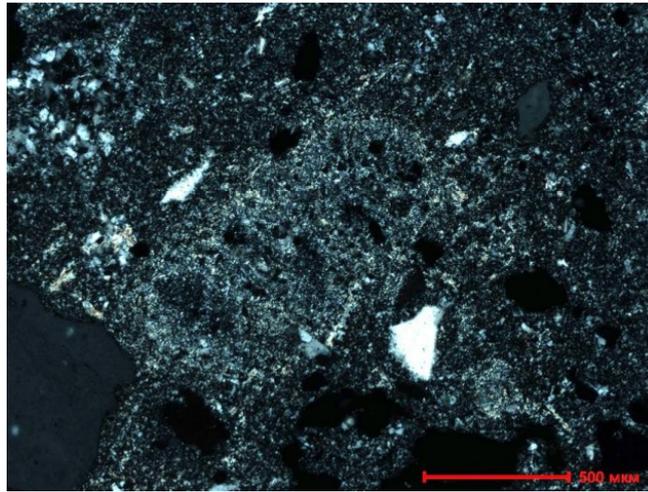


Рисунок 4.76 - Обломок первичного литокласта со слабовыраженными границами. Шлиф. Николи скрещены

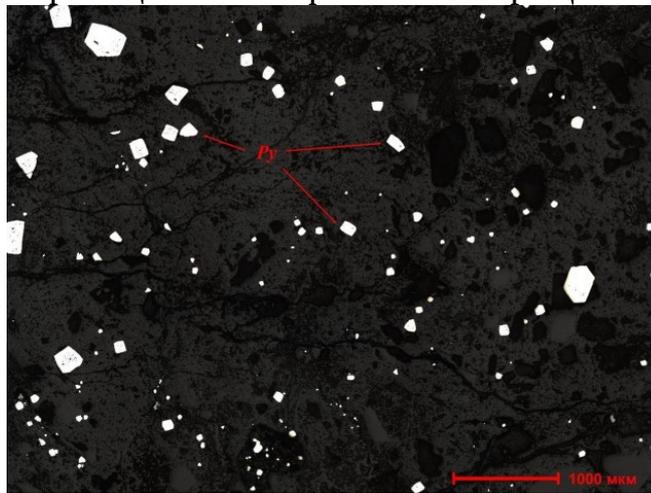


Рисунок 4.77 - Аншлиф. Вкрапленность идиоморфных зерен пирита (Py)

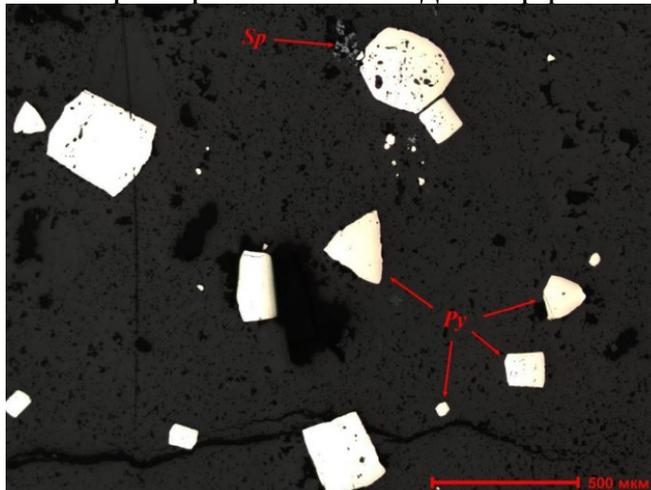


Рисунок 4.78 - Аншлиф. Вкрапленность идиоморфных зерен пирита (Py) в сростке со сфалеритом (Sp)

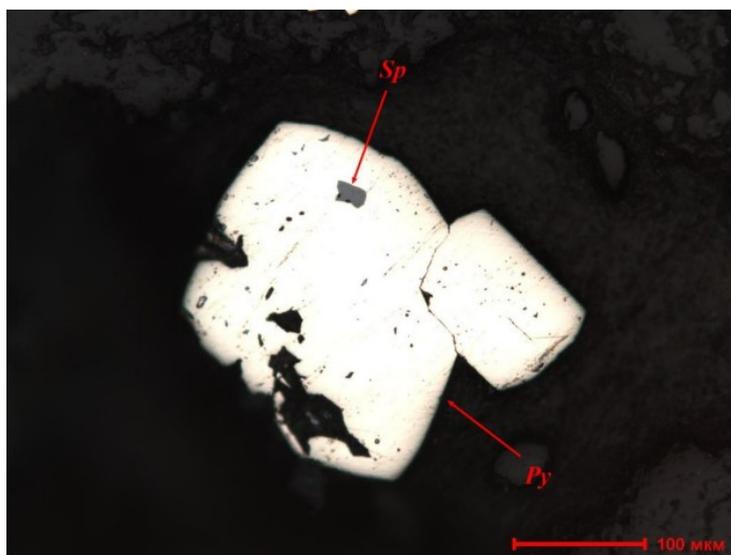


Рисунок 4.79 - Аншлиф. Включения сфалерита (Sp) в пирите (Py)

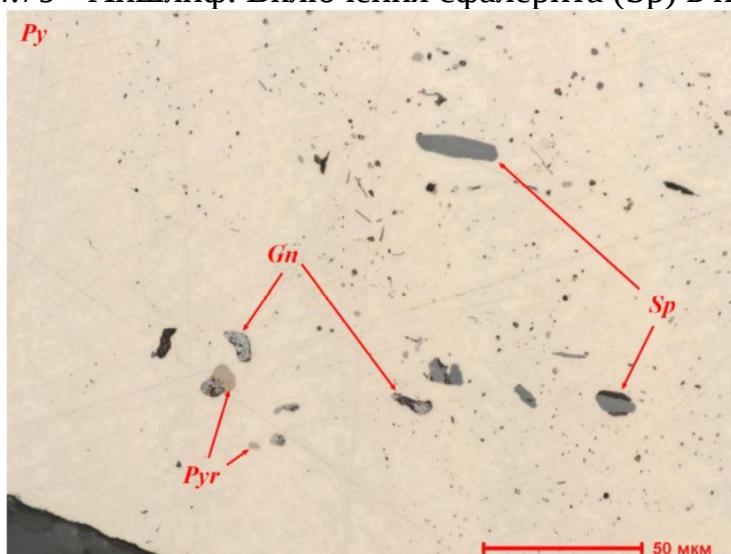


Рисунок 4.80 - Аншлиф. Включения сфалерита (Sp) и пирротина (Pyr) в пирите (Py)

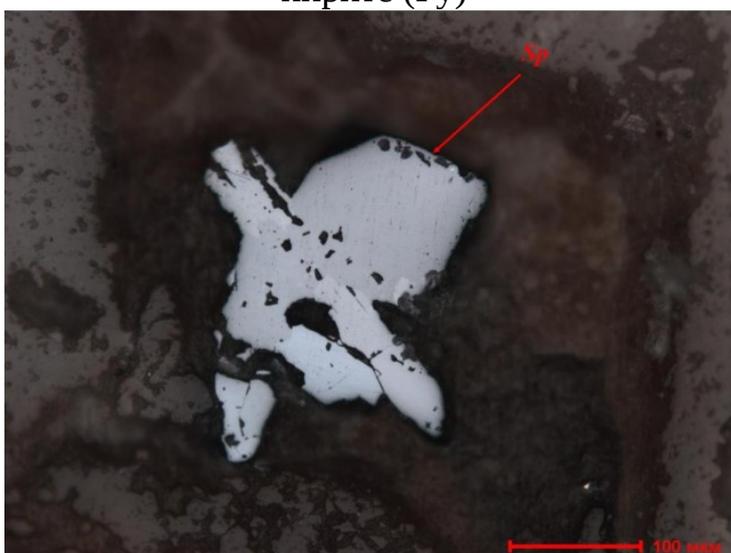


Рисунок 4.81 - Аншлиф. Зерно сфалерита (Sp)

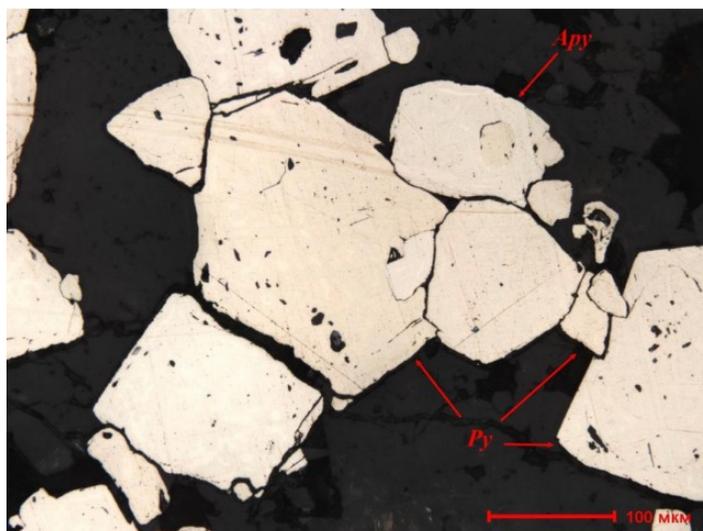


Рисунок 4.82 - Аншлиф. Зерна пирита (Py) в сростке с арсенопиритом (Apy)

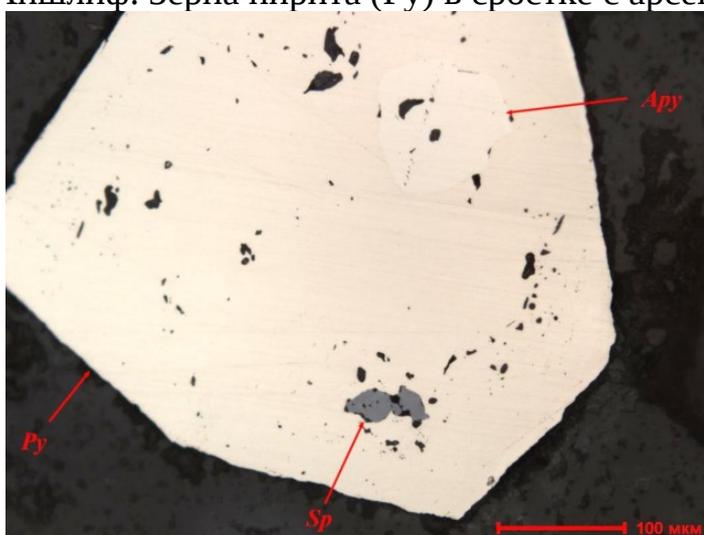


Рисунок 4.83 - Аншлиф. Включения сфалерита (Sp) и арсенопирита (Apy) в пирите (Py)

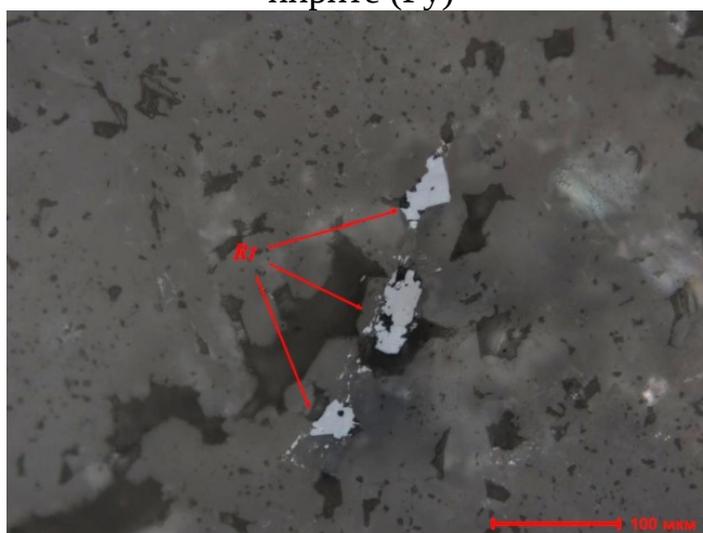


Рисунок 4.84 - Аншлиф. Единичные ксеноморфные зерна рутила (Rt)

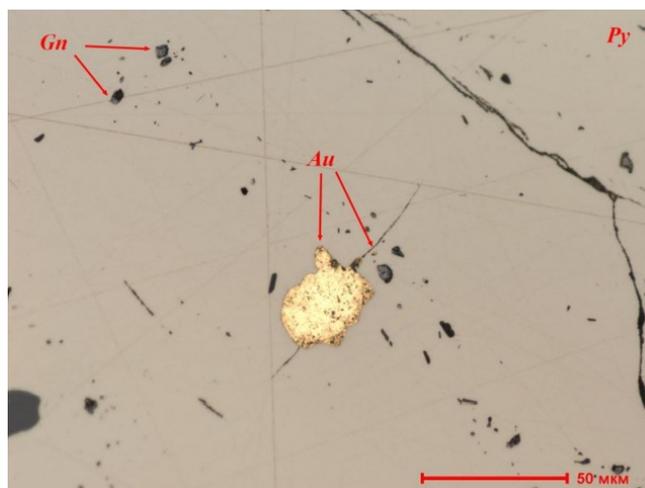


Рисунок 4.85 - Аншлиф. Зерно пирита (Py) с включением в нем изометричного зерна самородного золота (Au) и галенита (Gn)

4.2 Минеральный состав руд

Таблица 4.2 - Минеральный состав рудных тел

Группы минералов	Минералы		
	Главные	Второстепенные	Редкие
1	2	3	4
Гипогенные рудные	Сфалерит, галенит, пирит, арсенопирит, халькопирит, пирротин, марказит	Блеклая руда, рутил, ильменит, лейкоксен, титаномагнетит, сфен	Золото, серебро, аргентит, гематит, марганит, гаусманит, молибденит, мельниковит-пирит, сульфосоли серебра и висмута
Гипогенные нерудные	Кварц, серицит, альбит, микроклин, карбонаты (сидерит, кальцит, анкерит)	Каолинит, хлорит, барит, эпидот	Циркон, турмалин, монацит, апатит, биотит
Гипергенные рудные	Гидрооксиды железа и марганца	Халькозин, ковеллин, малахит, церуссит, смитсонит	Гипергенные золото и серебро, борнит,

			скородит,
Гипергенные нерудные	Каолинит, гипергенные кварц и карбонаты	Гидрослюды, гидрохлориты	Гипс

Сфалерит является вторым по распространенности и первым по промышленной значимости сульфидным минералом месторождения. Выявлено 2 генерации сфалерита. Темно - бурый (до черного) железистый сфалерит (марматит) наблюдается в виде ксеноморфных зерен и зернистых агрегатов размерами от первых микрон до первых сантиметров. Образует непротяженные прожилки и просечки. Участвует в строении кварц-сульфидных и пиритовых прожилков. Иногда выполняет псевдоморфозы по изометричным и пластинчатым зернам темноцветных минералов. Характерна группировка выделений сфалерита в пятнообразные и удлиненные (полосовидные, прожилкововидные, цепочечные) скопления. Фрагментарно наблюдается ориентировка выделений сфалерита согласно флюиальности риолитов. Практически всегда отмечаются структуры распада: иногда повсеместно, иногда только в краевых зонах зерен сфалерита. Наблюдаются эмульсионная, ориентированно- эмульсионная, реже пластинчатая структуры распада халькопирита и пирротина в сфалерите. При замещении халькопирита галенитом, а пирротина марказитом и пиритом образуются выделения последних минералов, причем они часто унаследовано закономерно- ориентированны согласно зональности, либо спайности сфалерита. По спайности иногда наблюдаются просечки халькопирита мощностью до 0,5 мм. Образует сростки с халькопиритом, галенитом, пиритом, арсенопиритом, блеклой рудой. Корродирует арсенопирит и пирит, часто содержит их включения. В пирите образует выделения (до 0,1 мм) и тонкие разноориентированные просечки. Корродируется и замещается халькопиритом, галенитом, тетраэдритом, марказитом, пиритом. Сфалерит серо- зеленого цвета (вероятно марганцевый) описан предшественниками. Наблюдается в виде каемок по периферии выделений сфалерита и сростков халькопирита с галенитом, корродируя их. В зоне гипергенеза сфалерит замещается смитсонитом, халькозином, гетитом и смесью гидрооксидов железа - лимонитом.

Галенит распространен повсеместно, но в меньшем количестве, чем сфалерит. В зонах дробления часто образует значительные скопления. Наблюдается в виде ксеноморфных зерен, зернистых агрегатов размерами от первых микрон до 1-2 мм и тонких непротяженных просечек, и прожилков мощностью от долей мм до 3-8 мм. Характерна группировка в пятнообразные скопления (гнезда) размерами до 2-3 (редко 5) мм. Наблюдается ориентировка выделений галенита согласно флюиальности риолитов. Образует зернистые сростания с халькопиритом, пиритом, арсенопиритом,

сфалеритом, тетраэдритом, пирротином. В кварц-сульфидных прожилках отмечается в виде агрегатов длиной 0,5-4,0 мм, ассоциируя с халькопиритом и сфалеритом. Корродирует все ранние сульфиды, чаще всего сфалерит, пирит, арсенопирит, развиваясь по периферии, либо замещая избирательно ядерные зоны. Совместно с халькопиритом образует просечки между метакристаллами пирита. Ассоциирует с кальцитом, часто концентрируясь в зальбандах его прожилков, образуя петельчатую структуру. Иногда наблюдается в виде скелетных кристаллов с многочисленными включениями серицита. На Центральном участке часто встречается в виде изометричных выделений в сфалерите, халькопирите, пирите размерами 0,005-0,08 мм. Выделения галенита по наблюдениям предшественников корродируются каемками тонкозернистого галенита и сфалерита. В зоне гипергенеза замещается церусситом, затем гетитом. Иногда по галениту развиваются халькозин и ковеллин.

Пирит - наиболее распространенный сульфид месторождения. Пирит образует идиоморфные метакристаллы кубического, кубооктаэдрического, реже октаэдрического габитуса, скелетные метакристаллы размерами 0,001-1,5 мм, метазернистые агрегаты до 2-5 мм (редко крупнее), просечки, пленки, прожилки, выполняющие разноориентированные трещины во вмещающей породе. Концентрируется в пятнообразные (гнезда) и удлиненные (цепочечные, прожилкововидные, полосовидные) скопления до 10-15 мм. Образует сростки с арсенопиритом и сульфидами полиметаллической ассоциации, корродирующими пирит-1. Содержит изометричные и удлиненные выделения сфалерита, халькопирита, галенита, борнита размерами 0,01-0,5 мм. Обрастает и замещается сфалеритом и халькопиритом, образующим каемки, прожилки и просечки в пирите-1. Иногда галенит и сфалерит замещают ядерные зоны метакристаллов. Содержит включения арсенопирита, титаномагнетита, ильменита, а также кварца и других нерудных минералов, чаще всего в ядерной зоне. Корродируется сфалеритом, галенитом, пирротином. Пирит-2 образуется, как конечный продукт гипогенного распада пирротина. В виде мелкозернистых агрегатов размерами до 0,5-2 (редко 10) мм и кристаллических зерен 0,005-0,05 мм, часто обрастающие по периферии выделения раннего пирита и арсенопирита. Отмечаются включения копьевидных кристаллов марказита, изометричных метакристаллов пирита и арсенопирита, кристаллических зерен и агрегатов сфалерита. Образует выделения в сфалерите, часто закономерно-ориентированные, замещая пирротин либо марказит. В зоне гипергенеза замещается гидроксидами железа.

Арсенопирит в виде идиоморфных короткопризматических (реже удлиненно-призматических) метакристаллов удлиненно-клиновидного и ромбического сечений, скелетных метакристаллов размерами до 1-3 мм и метазернистых агрегатов - до 0,5-4,0 мм, концентрирующихся в пятнообразные скопления (гнезда). Образует сростания с пиритом, сфалеритом, галенитом, халькопиритом, блеклой рудой. Корродируется и

замещается галенитом, сфалеритом, пирротинном. Часто замещаются ядерные зоны метакристаллов. Арсенопирит сохраняется в виде включений в галените и сфалерите. Наблюдаются полные псевдоморфозы галенита и сфалерита по арсенопириту. Вдоль границ сростаний с пиритом развивается сфалерит, корродируя оба ранних сульфида. По пирротину, замещающему арсенопирит, образуются марказит и пирит, создавая впечатление замещения арсенопирита двумя последними дисульфидами железа. В зоне гипергенеза замещается скородитом и гидрооксидами железа.

Халькопирит наблюдается в виде ксеноморфных зерен и зернистых агрегатов размерами от 0,001 до 2мм, тонких непротяженных прожилков и просечек, зернистых сростаний со сфалеритом, пиритом, арсенопиритом, галенитом, блеклыми рудами, пирротинном, марказитом. Характерна группировка в пятнообразные скопления (гнезда) до 4-5 мм. Постоянно наблюдается в виде эмульсионных и пластинчатых выделений в сфалерите, которые иногда преобразуются в более крупные образования, ассоциирующие с галенитом. Корродирует арсенопирит, пирит-1 и сфалерит, содержит их включения. Образует в пирите сеть микропрожилков и просечек, выделений до 0,1-0,5 мм. Корродируется галенитом, пирротинном, марказитом, тетраэдритом. В зоне окисления замещается халькозином, ковеллином, гетитом, лимонитом. Реже отмечается гипергенный борнит по халькопириту.

Пирротин - в виде агрегатов ксеноморфных зерен размерами 1-2 мм (реже - крупнее). Иногда образует удлиненно-призматические выделения. Наблюдается в виде эмульсионных, пластинчатых и укрупненных (до 0,4-0,8 мм) выделений в сфалерите. Образует зернистые сростания с сульфидами полиметаллической ассоциации. Часто в виде каемок обрастает и корродирует выделения сфалерита, галенита, арсенопирита, пирита ранних генераций. Дисульфидизируется с образованием агрегатов марказита и пирита. Замещается марказитом в различной степени – от тонких каемок до полных псевдоморфоз с реликтовой пластинчатой структурой. Иногда наблюдается в виде корродированных реликтов размерами до 0,2 мм в марказите. Пирротин сохраняется нераспавшимся на глубинах свыше 200 м. При окислении замещается гетитом, лепидокрокитом.

Блеклая руда встречается относительно редко. Образуется за счет халькопирита. На Центральном участке она представлена, вероятно, высокосеребристым тетраэдритом. Обычно наблюдается в сростках с арсенопиритом, галенитом, сфалеритом-1, халькопиритом размерами до 0,1-0,3 мм. В зонах контакта блеклой руды со сфалеритом отмечаются выделения халькопирита и галенита. Реже встречается в виде агрегатов ксеноморфных зерен размерами до 1 мм. Аналогично ранним сульфидам концентрируется в пятнообразные скопления до 2-4 мм. Образует изометричные выделения в сфалерите – от 0,01 до 0,1 мм. Содержит изометричные включения галенита. Замещает халькопирит и сфалерит.

Марказит образовался за счет гипогенного распада пирротина. В виде мелкокристаллических (до микрокристаллических) агрегатов, иногда псевдопластинчатого строения, размерами до 1-2 мм, пятнообразных и удлинённых скоплений до 3-4 мм. Замещается пиритом. Иногда наблюдается в виде тонких каемок по сфалериту и нитевидных прожилков в породе.

Аргентит - в виде микронных включений в галените.

Гематит - редкие удлинённо-призматические кристаллические зерна размерами до 0,1 мм.

Ильменит образует изометричные и таблитчатые зерна до 0.1 мм, замещённые в различной степени лейкоксеном.

Рутил в ассоциации с лейкоксеном образуют псевдоморфозы по зернам титаномагнетита, ильменита, других титаносодержащих минералов. Концентрируются по трещинкам спайности в таблитчатых зернах темноцветных минералов. Рутил наблюдается также в виде удлинённо-призматических зерен до 0,02-0,1 мм, иногда обрастающих метакристаллы пирита.

Золото является основным ценным компонентом в окисленных рудах и одним из основных - в гипогенных рудах.

Гипогенное золото тонкое и тонкодисперсное (от долей микрона до сотых долей мм, иногда до 0,1-0,5 мм). Редко наблюдается не только визуально, но и под микроскопом. Изучено слабо. Выделяется две его генерации в первичных рудах. Золото-1 локализуется в виде изометричных и удлинённо-чешуйчатых микровключений в метакристаллах пирита-1 и арсенопирита, а также на их поверхности, либо в кварце по периферии пирит - арсенопиритовых агрегатов. В аншлифах описаны выделения в пирите светло - желтого, по-видимому, высокосеребристого золота размерами от менее 1 мкм до 0,022 мм. Это изометричные, овальные, треугольные, амебообразные, комковидные, неправильных форм выделения, расположенные вдоль стыков метакристаллов пирита, внутри метакристаллов вблизи зальбандов, или по микротрещинам. Отмечаются тонкие (0,001-0,004 мм) непротяжённые (до 0,04 мм) просечки в пирите. Золото связано с полиметаллической ассоциацией.

Описаны микронные изометричные выделения золота в халькопирите, изометричные включения в пирите размерами от 0,001 до 0,014 мм, удлинённое выделение 0,02 * 0,06 мм в сростании с пирротинном в зоне контакта галенита со сфалеритом. При окислении сульфидов, золото, присутствующее в составе пирита и арсенопирита в тонкодисперсном состоянии освобождается от микропримесей, укрупняется и мигрирует. Миграция золота невелика: преобладающее его количество остается внутри псевдоморфоз гипергенных образований, развивающихся по сульфидам. Часть золота выходит за их пределы. Вследствие слабой миграции золота при окислении вкрапленных сульфидных руд образования зон вторичного обогащения не происходит, либо мощность зоны не превышает 1-2 м.

Содержание золота в зоне окисления остается близким к содержанию в первичных рудах, незначительно увеличиваясь лишь за счет выноса в процессе выветривания наиболее подвижных компонентов. Гипергенное золото наблюдается в виде изометричных и прожилковидных выделений внутри псевдоморфоз гидрооксидов железа по сульфидам, пленок по их периферии и по микротрещинам в кварце. Часто формы выделений золота неправильные, амебо- и каплеобразные, игольчатые, скелетные. Размеры их варьируют от 0,01 до 0,5 мм. Цвет изменяется от золотисто-белого до соломенно-желтого в зависимости от содержания примеси серебра

Серебро самородное. Гипогенное серебро наблюдается в виде изометричных выделений в кварце, а также в мелкокристаллическом пирите на контакте с галенитом. Аналогичные выделения отмечены в пирите на контакте с блеклой рудой, вблизи зерна галенита. Размеры выделений серебра колеблются от 1 до 10 мкм. Гипергенное серебро отмечено в виде изометричных выделений размерами 5-10 мкм на стенках мелких пустот выщелачивания.

Гидрооксиды железа присутствуют в продуктах всех стадий выветривания. На стадии дезинтеграции пород метакристаллы пирита замещаются гидрогетитом по периферии и по сети тонких трещинок. При этом в центральных частях метакристаллов сохраняются реликты пирита. Иногда замещаются ядерные зоны метакристаллов пирита, и он остается в виде тонких каемок. Завершением начальной стадии окисления является псевдоморфная стадия, имеющая место при гидрослюдистых изменениях вмещающих пород. Она выражается в полном замещении пирита агрегатами гидрогетита. Затем в процессе дегидратации гидрогетит постепенно превращается в гетит. Далее происходит выщелачивание железа из псевдоморфоз.

В выветрелой породе появляются пустоты выщелачивания, наследующие кубическую и кубооктаэдрическую первичную форму пирита. На заключительной стадии часть пустот выщелачивания выполняется колломорфными новообразованиями гидрооксидов железа. Иногда на стенках таких пустот появляются кристаллики гипергенного кварца, гипса и ярозита. Арсенопирит на ранних стадиях процесса окисления замещается тонкой смесью скородита и гидрооксидов железа. Замещение, как и у пирита, начинается с периферии метакристаллов и постепенно распространяется в центральные части. Окисление арсенопирита происходит крайне неравномерно и среди продуктов окисления сохраняются эдукты неокисленного арсенопирита различной формы. Количественное соотношение скородита и гидрооксидов железа изменяется в широких пределах.

На более поздних стадиях выветривания арсенопирит полностью замещается гидрооксидами железа, и дальнейшее преобразование псевдоморфоз происходит также, как и у пирита. Характерной особенностью преобразованных псевдоморфоз гидрооксидов железа по арсенопириту

является концентрическое расположение трещинок усыхания, тогда как для преобразованных псевдоморфоз по пириту трещинки усыхания располагаются радиально.

Ярозит отмечается в приповерхностных зонах, развиваясь в наиболее выветрелых породах.

Халькозин и ковеллин в различной степени (от каемок до полных псевдоморфоз) замещают выделения халькопирита. Реже, в виде оторочек развиваются по галениту и сфалериту. В свою очередь, они замещаются гидрогетитом и малахитом.

Основную часть гипогенных рудных тел слагают кварц, серицит, карбонаты, каолинит, хлорит с подчиненным количеством барита, эпидота, альбита. В метасоматитах и метасоматизированных породах содержится вкрапленность и тонкие прожилки сульфидов (сфалерита, галенита, пирита, арсенопирита и др.), количество которых варьирует от 1-5 до 10-15%. Степень метасоматических преобразований и состав метасоматитов изменяются в зависимости от петрографического и химического состава пород. Рудные прожилки слагают кварц, карбонаты, реже - барит, в зальбандах их развиваются хлорит, серицит.

4.3 Основные текстуры руд

Основные текстуры первичных руд: вкрапленная, прожилково-вкрапленная, пятнистая, такситовая. Структуры – аллотриоморфнозернистая, гип- и панидиоморфнометазернистые, скелетная метазернистая, брекчеевидная, пойкилитовая, катакластическая.

Окисленные руды состоят, в основном, из кварца, серицита, хлорита, полевых шпатов, гидрослюдистых минералов, каолинита, карбонатов, гидрооксидов железа и марганца, ярозита. В составе окисленных руд всегда присутствуют гидрооксиды железа как в виде самостоятельных минеральных образований (гетит, гидрогетит, лепидокрокит), так и в виде трудноопределимых тонкодисперсных выделений, образующих пленки на минералах или пропитывающих их. Содержание свободных гидрооксидов железа в окисленных рудах достигает 7-10% (редко до 15%). Породообразующие минералы в окисленных рудах несут следы гипергенных изменений: полевые шпаты и серицит замещаются каолинитом, в меньшей степени - минералами гидрослюдистой группы. Карбонаты подвергаются выщелачиванию, а их железистые разновидности и сульфиды замещаются гидрооксидами железа, которые затем также выщелачиваются. Несмотря на изменения минерального состава, окисленная руда сохраняет текстурные особенности первичных руд. Изменение текстур связано лишь с появлением натечных образований гидрооксидов железа, реже марганца в виде тонких прожилков. Реже отмечаются прожилки гипергенных карбонатов и гипса. В целом натечные образования имеют небольшое распространение, что свидетельствует о слабой миграции большинства элементов в процессе окисления руд. Текстуры руд: унаследованные вкрапленная и прожилково-

вкрапленная, пористая, корковая, порошковатая. Структуры и микротекстуры гипергенных руд: реликтовая (остатков от замещения), псевдоморфная, раскрошенная, колломорфная, колломорфно - зональная, метаколлоидная.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Месторождение Коскудук Юго-Западный и Центральный приурочено к двум жерлам вулкана, выраженным в рельефе депрессиями. Они тяготеют к линейной зоне северо-восточных разрывов, приуроченной к шарниру вулканической структуры. Жерла в плане имеют размеры 320x400 м², 250x460 м² и заполнены фельзит-порфирами, эруптивными брекчиями, крупнообломочными и агломератовыми туфами и андезитовыми порфиритами. В метасоматически измененных, сульфидизированных частях вулканических жерл выделяются рудные тела. По запасам месторождение относится к мелким, а по группе сложности строения, к третьей группе.

Основную часть гипогенных рудных тел слагают кварц, серицит, карбонаты, каолинит, хлорит с подчиненным количеством барита, эпидота, альбита. В метасоматитах и метасоматизированных породах содержится вкрапленность и тонкие прожилки сульфидов (сфалерита, галенита, пирита, арсенопирита и др.), количество которых варьирует от 1-5 до 10-15%. Степень метасоматических преобразований и состав метасоматитов изменяются в зависимости от петрографического и химического состава пород. Рудные прожилки слагают кварц, карбонаты, реже - барит, в зальбандах их развиваются хлорит, серицит.

Таким образом, в представленном исследовании было детально проанализированы важнейшие параметры представленного полиметаллического месторождения, а также, опираясь на изготовленный материал, рассмотрены характеристики геологического строения, минералогического и вещественного состава руд месторождения Коскудук.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Предварительная геолого-экономическая оценка запасов золото-серебрянного месторождения Коскудук Центральный участка Жартас по состоянию на 01.01.2010г.» Асташкин В.А., Заварзина Н.
2. «Отчет о результатах геологоразведочных работ на участке Жартас с геолого-экономической оценкой месторождения Коскудук Центральный и Юго-Западный» Чирков В.Ю.
3. Аверьянов Н.П. Отчет о результатах поисково-разведочных работ в Чу-Илийском регионе за 1980-82 гг., 1982 г.
4. Бутин В.П., Даутов А.Д. и др. Отчет о результатах поисковых и поисково-оценочных работ на Майбулакском рудном поле за 1981— 83 г. - Алматы: Южказнедра, 1986 г. - 31 черт. - 131 с
5. Даутов А.Д. и др. "Отчет о результатах поисковых и поисково-разведочных работ на золото проведенных Кендыктасской партией в юго-восточной части Чу-Илийских гор в 1970-71 гг» 1972 г.
6. Ковалевский А.Г. Отчет Отарской ПОП по групповому доизучению масштаба 1:50000 площади планшетов К-43-8-А,Б,В,Г, К-43-20-Б-а,б по работам 1975-77 гг., 1977 г.
7. Левин Г.Б., Алексеев Н.М., Левин Н.Г., Сайгушкин В.Н. О списании отработанных запасов золотосодержащих флюсовых руд месторождения Казкудук за 1990-1995 гг // Отчет АО ЗДП «Кварц» по лицензии МГ № 504 от 26.06.95 г . - Алматы: «Южказнедра», 2001.-71 с.
8. Б.Торопов Л. Д. и др. "Отчет Кастекской геолого-поисковой партии за 1961-63гг. (Геологическая съемка, поиски и разведка на месторождении Казкудук и рудопроявлениях Копалинское и Утеген), 1964г.
9. Штифанов В.Ф. Отчет по теме: Обобщение и анализ поисковых и геолого-геофизических работ в районе Хантауских гор, 1973 г
10. Решетов РЛ. "Геологическое строение юго-восточной части Чу-Илийских гор лист К-43-8 (отчет Хантауской геофизической партии за 1961г.)", 1962г. Салиян Б.А и др. "Отчет Чокпарской ПСП за 1961 -62гг. (Геологическое строение планшетов К-43-5-Б, К-43-6-АДВ)", 1963г.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Бирюлин Рустам Валерьевич

Название: Минералогические и петрографические особенности золоторудных месторождений Южного Казахстана на примере месторождения Коскудук

Координатор: Салтанат Асубаева

Коэффициент подобия 1: 0,96

Коэффициент подобия 2: 0,25

Замена букв: 1

Интервалы: 0

Микропробелы: 1

Белые знаки: 6

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. Обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

17.06.2022
Научного руководителя



Дата Подпись

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Протокол анализа Отчета подобия заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился (-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Бирюлин Рустам Валерьевич

Название: Минералогические и петрографические особенности золоторудных месторождений Южного Казахстана на примере месторождения Коскудук

Координатор: Салтанат Асубаева

Коэффициент подобия 1: 0,96

Коэффициент подобия 2: 0,25

Замена букв: 1

Интервалы: 0

Микропробелы: 1

Белые знаки: 6

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, работа признается самостоятельной и допускается к защите.

Дата

17.06.2022

Подпись заведующего кафедрой

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Дипломный проект допускается к защите.

Дата

17.06.2022

Подпись заведующего кафедрой

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на МАГИСТЕРСКУЮ ДИССЕРТАЦИЮ

(наименование вида работы)

Бирюлин Рустам Валерьевич

(Ф.И.О. обучающегося)

7М07206- Геология и разведка месторождений полезных
ископаемых

(шифр и наименование специальности)

Тема: Минералогические и петрографические особенности золоторудных месторождений Южного Казахстана на примере месторождения Коскудук

В основу диссертационной работы были использованы геологические, текстовые и графические материалы по полиметаллическому месторождению Коскудук.

Автор работы непосредственно участвовал при шурфовых, бороздовых, шламовых опробованиях. Произвел всесторонний анализ золотосодержащих пород – минералогических характеристик и петрографических особенностей.

Изучил геологические характеристики района месторождения, исследовал минералогический и вещественный состав золоторудных и вмещающих пород, тем самым решил всю поставленную задачу перед ним.

Таким образом, в представленном исследовании было детально проанализированы важнейшие параметры представленного полиметаллического месторождения, а также, опираясь на изготовленный материал автор сумел раскрыть основную часть темы диссертации, где были описаны гипогенные рудные тела, которые слагают кварц, серицит, карбонаты, каолинит, хлорит с подчиненным количеством барита, эпидота, альбита, также описал метасоматиты содержащие сульфиды (сфалерита, галенита, пирита, арсенопирита и др.)

Тема магистерской диссертаций раскрыта полностью и составлена в соответствии всех требований. Бирюлин Рустам Валерьевич заслуживает присвоения ученой степени магистра геологии.

Научный руководитель

К.г.-м.н, сениор-лектор



(подпись)

Асубаева С.К.

«17» июня 2022 г.

РЕЦЕНЗИЯ

на магистерскую диссертацию

Бирюлина Рустама Валерьевича

Специальность 7М07206 – «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых»

Тема магистерской диссертации: «Минералогические и петрографические особенности золоторудных месторождений Южного Казахстана на примере месторождения Коскудук»

ЗАМЕЧАНИЯ ПО МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Магистерская диссертация Бирюлина Рустама Валерьевича содержит все необходимые материалы, которые полностью раскрывают тему работы.

В работе отражены особенности геолого-минералогического состава золоторудного месторождения Коскудук. В представленном исследовании были детально проанализированы важнейшие параметры представленного месторождения, а также, используя изготовленный материал, автор сумел раскрыть основную часть темы диссертации, где были описаны гипогенные рудные тела. Результаты работы опубликованы в сборнике научной конференции, а также в научном журнале. Работа прошла надлежащую апробацию.

Диссертация, написанная на базе анализа большого фактического материала, вполне соответствует требованиям, предъявляемым к магистерским диссертациям по специальности 7М07206 - «Геология и разведка месторождений твердых полезных ископаемых».

К замечанию можно отнести:

- отсутствие сравнительного материала по схожим месторождениям в мире;
- грамматические ошибки.

Оценка диссертационной работы

В целом, магистерская диссертация написана грамотно, на достаточно профессиональном уровне, с четким описанием каждого раздела, освещающими все необходимые изучаемые геологические аспекты.

Магистрант проанализировал все собранные материалы и произвел самостоятельное дополнительное изучение образцов (аншлифов и шлифов) с помощью лабораторных методов исследований рудных и нерудных минералов, что позволило получить нужные результаты.

Рецензент считает, что магистерская диссертация отвечает всем требованиям, а ее автор заслуживает присуждения ему академической степени магистра технических наук по специальности 7М07206 - «Геология и разведка месторождений полезных ископаемых». Диссертация оценивается в 90%.

Рецензент

Заведующий лабораторией редких и редкоземельных металлов,
Института геологических наук им. К.И.Сатпаева, PhD

 Тогизов Куаныш Серикханович

«17» июня 2022г.

СПИСОК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Бирюлина Рустама Валерьевича

Магистранта, обучающегося по образовательной программе «Геология и разведка месторождений твердых полезных ископаемых», кафедры Геологическая съемка, поиск и разведка месторождений полезных ископаемых, Института Геологии и Нефтегазового дела им. К. Турысова Казахского Национального Исследовательского Университета им. К.И. Сатпаева

№ по п/п	Наименование	Форма работы	Выходные данные	Объем	Соавторы
1	2	3	4	5	6
Публикации в научных журналах, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки					
1	Минералого-петрографические особенности руд месторождения Коскудук	Статья	Вестник КарГТУ, Караганда 2022, С.116-123.	7 страниц	Научный руководитель, к.г.м.н., к.г.-м.н., сениор-лектор каф. «ГСПиРМПИ» Асубаева С.К.
2	Минералогические и петрографические особенности золоторудных месторождений Южного Казахстана на примере месторождения Коскудук	Статья	Международная научно-практическая конференция «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ ГЕОЛОГИИ, ЭКОЛОГИИ И ХИМИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ» 2022 г.	8 страниц	Научный руководитель, к.г.м.н., к.г.-м.н., сениор-лектор каф. «ГСПиРМПИ» Асубаева С.К.

«___» _____ 2022 года

Автор

Бирюлин Р.В.

Заведующий кафедрой ГСПиРМПИ

Бекботаева А.А.

