МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (НИУ)

Филиал в г.Миассе

Геологический факультет

**Специальность 020303 Геохимия  
Кафедра минералогии и геохимии**

**Дипломная работа**

Минералого-петрографическая характеристика

Янинского золоторудного месторождения

(республики Саха, Якутия).

Студент: *Ануркина Мария Алексеевна*

Заведующий кафедрой: д.г.-м.н. Белогуб Елена Витальевна\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Руководитель: к.г.-м.н. Муфтахов Вячеслав Ахсанович\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Рецензент:д.г.-м.н. Макагонов Евгений Павлович\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Миасс 2014 г.

|  |  |
| --- | --- |
| **СОДЕРЖАНИЕ** |  |
| **ВВЕДЕНИЕ** | **3** |
| **ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ РАБОТ** | **4** |
| **ГЛАВА 2. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ** | **6** |
| **ГЛАВА 3. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА** | **7** |
| **3.1. ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА** | **7** |
| **3.2. ТЕКТОНИКА** | **11** |
| **3.3. ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ** | **13** |
| **ГЛАВА 4. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ** | **14** |
| **ГЛАВА 5. ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД УЧАСТКА РАБОТ** | **16** |
| **ГЛАВА 6. МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУД** | **24** |
| **ЗАКЛЮЧЕНИЕ** | **40** |
| **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ** | **41** |
| **ПРИЛОЖЕНИЯ** | **42** |

**Введение**

Дипломная работа написана по материалам практики, которая проходила в ОАО «Янгеология» на участке Кючус (республика Саха, Якутия) в 2013 г. Район известен с начала ХХ в месторождениями россыпного золота. В течении прошлого столетия проводилась геологическая съемка разных масштабов, в течении которых были определены основные полезные ископаемые (золото, сурьма, вольфрам, олово).

Однако детальной минералогией района не занимались.

**Цель:** Дать петрографическую и минералогическую характеристику Верхне-Янскому золотоносному району.

При написании диплома были решены следующие **задачи:**

1. Дать петрографическое описание пород осадочного комплекса района;

2. Определить минералогический состав гидротермальных кварц- антимонитовых жил;

3. Определить последовательность образования минералов в изученных жилах.4. Определена последовательность образования минералов в жилах.

При написании диплома использовались образцы, отобранные с бортов рек в процессе маршрутов. Всего: 10 образцов, характеризующих вмещающие породы и кварц-сульфидные жилы.

Для написания теоретической части, использовались данные проекта ОАО «Янгеология» на геологическоедоизучение площади: «ГДП-200 листов R-53-XXI, XXII (Джанкынская площадь).

**ГЛАВА 1.ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РАЙОНЕ РАБОТ**

Изучаемая территория административно принадлежит Верхоянскому и, отчасти, Усть-Янскому районам Республики Саха (Якутия) (рис1).

Площадь геологического изучения расположена в бассейне нижнего течения р. Яны. Лишь северо-западный угол площади захватывает истоки ручьев из бассейна р. Улахан-Кюегюлюр (правый приток р.Омолой), сбегающих с центральной части Куларского хребта. Правобережье р. Яны занимают западные отроги Полоусного кряжа. Рельеф большей части территории увалистый расчлененный и полого-увалистый слабо расчлененный с абсолютными отметками до 500-600 м. Низкогорный рельеф с абсолютными отметками более 500-600 м присущ лишь для упомянутых хребтов и характеризуется массивными формами (за исключением одного густо расчлененного блока, площадью около 240 км2, в северной части листов). Максимальные абсолютные отметки хребта Кулар достигают 1289 м. Долины глубоко врезанные, с протяженными выпуклыми склонами. Минимальные высотные отметки района – до 34 м -урез воды р.Яны.

|  |
| --- |
| D:\Университет\Дипломы\Ануркина\рис 1.jpg |
| *Рис1. Обзорная карта* |

Климат района резко континентальный с длительной холодной зимой и коротким сухим и жарким летом. Продолжительность зимнего периода не менее 7 месяцев. Абсолютный минимум температуры достигает -60°С; максимальные положительные температуры в июле–августе 30-31°С. Среднегодовое количество атмосферных осадков в районе 160-220 м, выпадают в основном летом, в виде дождя. Снег выпадает в середине-конце сентября и сходит в конце мая.

Весь район покрыт редкостойной лиственничной тайгой, за исключением осевой части хр. Кулар и некоторых гольцовых водоразделов с высотами свыше 500 м. Обнаженность района плохая. Крупные обнажения коренных пород встречаются лишь по долинам р. Яны и ее главных притоков.

По сложности геологического строения 10% площади, выполненные аллювиальными отложениями с геологическими границами совпадающими с геоморфологическими элементами, характеризуются очень простым строением (1 категория сложности). Также на 15% площади закартированы рыхлые кайнозойские отложения, геологические границы которых не совпадают с геоморфологическими (3 категория сложности). Ко 3-ей категории сложности отнесены поля развития неметаморфизованных, относительно слабо дислоцированных юрских отложений (37% площади листа). И 38% площади листа, сложенных интенсивно дислоцированными триасовыми отложениями и метаморфизованными, биостратиграфическими «немыми» отложениями перми, прорванные интрузивными массивами и многочисленными дайками, относится к участкам 4-ой категории сложности.

Экономически район освоен слабо.

**ГЛАВА 2.ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ**

В истории геологического изучения района можно выделить 5 этапов, различающихся уровнем, детальностью, направлением исследований.

*Первый этап* (до 1941 г.) – начальный – внемасштабных маршрутных и мелкомасштабных рекогносцировочных работ. Получены первые краткие сведения о географии, стратиграфии, литологии, магматизме, тектонических структурах и признаках полезных ископаемых. Отчеты о результатах работ представляют разве что библиографический интерес.

*Второйэтап*(1941-1961 г.г.) – дальстроевский – проведены геолого-съемочные, поисковые разномасштабные работы на глазомерной основе и поисково-оценочные работы на олово, вольфрам. Результаты этих работ стали основой для составления Госгеолкарты-1000/1 (1961 г.) и затем были использованы при подготовке к изданию Госгеолкарты-200/1

*Третийэтап*(1961-1981 г.г.) – характеризуется проведением геолого-съемочными работами масштаба 1:200 000 (ГСР-200) с общими поисками при регулярных сетях наблюдений и опробования. В комплекс общих поисков, входили шлиховые,геохимические поиски по потокам рассеяния и, отчасти, по вторичным ореолам**.**Результатом этого этапа работ была подготовка и издание Госгеолкарты-200/1.

Впервые проведены прогнозно-металлогенические работы масштаба 1:200 000 (Западно-Полоусненский район – на восток от р. Яны).

На *четвертом этапе* (1981-1996 г.) проводились геолого-съемочныеработы масштаба 1:50000 (ГСР-50) в западной части территории.Выполнялись поиски россыпей золота на левобережье р. Яны (ударно-канатное бурение). Продолжение прогнозно-металлогенических работ масштаба 1:200 000 (Куларский район – на запад от р. Яны).

*Пятый этап*начинается в 1996 г.и продолжается по настоящее время. На этом этапе проводится доизучение площади масштаба 1:200 000 (ГДП-200) с составлением Госгеолкарты-200/2 смежных (с севера и запада) листов.Проводится разведка месторождения Кючус.

Таким образом, территория полностью покрыта полистной геологической съёмкой с общими поисками в масштабе 1:200 000. Северо-западная половина (все левобережье р. Яна) покрыта геологической съёмкой с общими поисками в масштабе 1:50 000, частично - поисковыми, поисково-оценочными и разведочными работами. Наиболее плотно изучена площадь Кючусского месторождения, к настоящему времени предварительно разведанного.

**ГЛАВА 3. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА**

**3.1. Литолого- стратиграфическая характеристика**

Территория сложена терригенными метаморфизованными образованиями пермской системы и терригенными отложениями триасовой и юрской систем.

Долины крупных водотоков территории листа выполнены рыхлыми кайнозойсккими образованиями преимущественно аллювиального и озерно-аллювиального генезиса Усть-Янского стратиграфического района.

*Палеозойская эратема. Пермская система*

Палеозойскаяэратема представлена пермскими отложениями**.** По литологическим признакам разделены на тарбаганнахскую и туогучанскую свиты.

***Тарбаганнахскаясвита***представлена своей верхней подсвитой.

*Верхняя подсвита* (P1*tr*2) распространена на северо-западе площади листа, слагает осевую часть и склоны хр. Кулар в верховьях рр. Балыктах, Кючюс, Чюччю, Аччыгый-Кючюс, в бассейне р. Находка. Представлена алевролитами и алевропелитами известковистыми с пластами песчаников мощностью 12-50 м. Видимая мощность подсвиты более 500 м.

***Туогучанская свита*** слагает склоны хребта Кулар и распространена в верховьях рр. Курунг-Юрях, Чюччю, верхнем течении р. Кючюс, в бассейне рр. Находка, Аргы-Сала. Отличительным признаком свиты является обильная пиритизация пород. По литологическим признакам разделена на три подсвиты: нижнюю, среднюю и верхнюю.

*Нижняя подсвита*(P1-2*tg*1) сложена углистыми известковистыми алевролитами, алевропелитами и аргиллитами с редкими маломощными линзами песчаников, в верхней части подсвиты породы содержат включения пирита в кварцевой оторочке. Мощность подсвиты около 600 м.

*Средняя подсвита* (P2*tg*2) представлена углистыми алевролитами, алевропелитами с прослоями аргиллитов и маломощными линзами песчаников с вкрапленностью пирита св кварцевой оторочке. Общая мощность подсвиты оценивается в 450 м.

*Верхняя подсвита* (P3*tg*3) представлена алевролитами и алевропелитами углистыми, реже известковистыми, с прослоями углистых известковистых аргиллитов и редкими линзами песчаников. В нижней части разреза породы с вкрапленностью пирита в кварцевой оторочке. Общая видимая мощность достигает 500-600 м. Контакт с вышележащими отложениями триаса повсеместно тектонический.

*Мезозойская эратема*

Мезозойскаяэратема представлена отложениями триасовой и юрской систем, которые в районе пользуются наибольшим распространением.

Триасовая система

Триасовая система представлена всеми своими отделами.

***Нижний отдел.*** По биостратиграфическим и литологическим признакам отложения нижнего отдела расчленяются на две свиты: кыллахскую и суор-уйалахскую.

*Кыллахская свита****.*** Отложения представленынерасчлененными *средней и верхнейподсвитами* (T1*kh*2+3) и образованыпереслаиванием алевролитов с прослоями аргиллитов, редко известковистых, песчаников (в отдельных слоях известковистых, мощностью до 125 м) и алевропелитов общей мощностью 450 м. В аналогичных отложениях в обрывах р. Яна возраст был обоснован по находкам фауны: *Dienorocerasdemokidovi*

***Средний отдел***. Отдел представлен муосской, магылской и босхонгской свитами.

*Муосская свита*разделяется на три подсвиты: нижнюю, среднюю и верхнюю.

*Нижняя подсвита* (T2*ms*1) сложена алевролитами слоистыми и тонкослоистыми, в нижней части разреза с маломощными линзами песчаников. Мощность подсвиты составляет 500 м.

*Средняя подсвита* (T2*ms*2) представлена алевролитами известковистыми с прослоями известковистых аргиллитов и алевропелитов, “полосчатыми” породами с линзами и пластами песчаников. Собранафауна*Stenopopanoserasmirabiles* P o p o w, *Czekanovskitespolaris* K i p a r., *Bakevellia*. Общая мощность подсвиты 500 м.

*Верхняя подсвита* (T2*ms*3) представлена алевролитами известковистыми с прослоями известковистых аргиллитов, “полосчатыми” породами, пластами (10-20 м) песчаников. Вотложенияхсобраны*Lenotropitestardus*Mc L e a r n, *Czekanovskitespolaris* K i p a r., *Stenopopanoceras*sp., *Grambergia*sp. ind., *Arctohungaritesinvolutus* K i p a r. идр.

Мощность отложений 500 м.

*Магылскаясвита* разделена на две подсвиты: нижнюю и верхнюю.

*Нижняя подсвита* (T2*mg*1) представлена алевролитами темно-серыми известковистыми с прослоями известковистых аргиллитов, пластами “полосчатых” пород и песчаников. Фауна*Czekanowskitesdecipiens* M o j s., *Arctohungaritesventroplana* K i p a r., *A. triformis* M o j s., *Parapopanocerasinconstans*Dagys et Ermakova.

Мощностьподсвиты 560-600 м.

*Верхняяподсвита* (T2*mg*2) сложенаалевролитамиизвестковистымиспрослоямиизвестковистыхаргиллитов, “полосчатыми” породами, пластамииредкимилинзамипесчаниковс*Arctohungariteskharaulakhensis* P o p o w, *А. laevigatus* P o p o w, *А. involutus* K i p a r., *A. triformis* M o j s., *Parapopanoceraspaniculatum* P o p o w, *Czekanowskiteshauesi* Mc L e a r n идр.

Мощность отложений 500-520 м.

*Босхонгскаясвита* распространена в междуречье рр. Харгы-Сала и Курунг-Юрях, в бассейне р. Кючюс. Представлена двумя подсвитами: нижней и верхней.

*Нижняя подсвита* (T2*bs*1) сложена алевролитами известковистыми с прослоями известковистых аргиллитов, пластами (10-35 м) и редкими маломощными линзами песчаников. В отложениях собраны остатки *Gymnotocerasrotelliforme* M e e k, *Parapopanocerasasseretoi*DagisetErmakova, *P. paniculatum* P o p o w.

Мощность подсвиты 550 м.

*Верхняя подсвита* (T2*bs*2). Алевролиты известковистые с прослоями известковистых аргиллитов и редкие пласты (10-15 м) песчаников. Фауна*Frechiteshumbolatenis* Hyatt et Smith., F. ex. gr. migayi K i p a r., *Parapopanoserastetsa*McLearn, *Arctogymnitessonini*Popow*, Hoernesiatorta*P o p o w, *Ptychitestrochlaeformis* L i n d s., *Bakevellia* ex. gr. *arctica* K i p a r., *Daonella*aff. *dubia* G a b b.

Мощность подсвиты 500-520 м.

***Средний отдел***представлен*сыстардахской свитой*.

Свита расчленена на три подсвиты: нижнюю, среднюю и верхнюю, первые две из которых относятся к среднему отделу триаса, а третья – к среднему и верхнему.

*Нижняя подсвита* (T2*ss*1). Нижняя пачка сложена алевролитами и аргиллитами известковистыми с пластами полосчатых пород и редкими маломощными линзами песчаников. Собраныостатки*Longobarditesoleshkoi* A r c h., *Daonelladensisulcata* Y a b e et S c h i m., *D. subarctica* P o p o w, *D. prima* K i p a r., *Monophyllites*sp. Мощность пачки 600 м.

Верхняя часть представлена алевролитами известковистыми слоистыми и грубослоистыми с редкими маломощными линзами и пластами (10-20 м) песчаников. Фауна*Arctophychitesomolojensis*Ar c h., *Daonellasubarctica* Po p o w, *D.* sp. ind.Мощность пачки 500 м.

*Средняя подсвита* (T2*ss*2). Чередование алевролитов известковистых слоистых, грубослоистых с линзами и пластами (8-100 м) песчаников, редкие линзы органогенных известняков. Фауна*Nathorstiteslenticularis* W h i t., *N. gibbosus* S t o l l e y, *Indigiriteskrugi* P o p o w, *I. neraensis*P o p o w, *Frechiteshumbolatenis* H y a t t et S m i t h., *Parapopanoserastetsa* Mc L e a r n, *Arctogymnitessonini*P o p o w.

Мощность отложений составляет 600 м.

*Верхняя подсвита* (T2-3*ss*3) представлена алевролитами известковыми и песчанистыми с прослоями известковистых аргиллитов, редкими линзами известняков, в верхней части разреза пласты (70-50 м) песчаников. Фауна: *Daonelladensisulcata*Ya b t et S c h i m., *D. lindstroemi* M o j s., *D. off. subarctica* P o p o w.

Мощность отложений 550 м.

***Верхний отдел***. Отдел представлен крестях-салинской свитой, сахчанской и алешкинской толщами.

*Крестях-салинская свита* (T3*ks*) представлена переслаиванием известковистых и песчанистых алевролитов и песчаников, пластами (10-30 м) песчаников. Фауна: *Neosirenites*? sp. ind., *Halobia cf. austriaca* M o j s., H. sp., *Halobia* sf. *superba*M o j s., *H.* sp., *Cardinia*sp. Мощность отложений около 1000 м.

*Сахчанская и алешкинская толщи нерасчлененные* (T3sh+ak) представлены алевролитами с прослоями песчаников, реже аргиллитов. Собраны остатки *Monotisochotica* (Keys.), *M. ochotica*var. *sparsicostata*Tell., *M. ochoticaeurhachis*Tell., *M. jacutica*Tell., *M. scutiformis*Tell., *M. pinensis*West. Общая мощность отложений 1120 м.

Юрская система

Принадлежит Абырабыт-Чондонскому району Полоусненскогосубрегиона, представлена средним и верхним своими отделами.

***Средний отдел*** по биостратиграфическим и литологическим признакам представленджанкыйской свитой.

*Джанкыйская свита* представлена своими нижней и верхней подсвитами.

Отложения *нижней подсвиты* со стратиграфическим перерывом залегают на алевролитах алешкинской толщи. Представлены песчаниками мелкозернистыми с единичными прослоями алевролитов и аргиллитов. В береговых обрывах р. Яны (ниже устья р. Абырабыта) в отложениях собраны *Mesoteuthus* (?) sp. indet., *Belemnites*sp. indet. Мощность отложений 380 м.

*Верхняя подсвита* представлена песчаниками мелкозернистыми с редкими прослоями алевролитов и аргиллитов. В нижней части подсвиты собраны *Inoceramus*exgr. *retrorsus* (Keys.). Мощность подсвиты 630 м.

***Верхний отдел*** представлен чондонской и илин-юряхской свитами.

*Чондонскаясвита*представлена песчаниками мелко- и среднезернистыми пятнистыми с редкими прослоями алевролитов и аргиллитов с линзами мелкогалечных конгломератов. Собранафауна: *Aucella orbicularis* H y a t t, *A.*aff. *orbicularis* H y a t t, *A.mosquensis* (B u e h.), *A.*aff*mosquensis*var. *tenistria*L a h., *A.* ex gr. *mosquensis*(B u c h.), *A.*aff. *rugosa*(F i s h.). Мощность свиты 950-110 м.

*Илин-юряхская свита.*Отложения выполняют на правобережье р. Яны мульды синклиналей. Сложена алевролитами с прослоями песчаников и аргиллитов. Собраны остатки фауны: *Aucella*aff. *piochii*G a b b., *A.*cf. *piochii*Gabb., *A.*aff. *piochii*Gabb., *A.*aff. *bodylevskyi*Parak. Мощность отложений 1270 м.

*Кайнозойская эратема*

Кайнозойскаяэратема представлена рыхлыми, преимущественно аллювиальными и озерно-аллювиальными отложениями палеогенового, неогенового и четвертичного возраста.

Соотношение и распространение этих фациально-генетических комплексов на предшествующих картах нельзя считать достаточно обоснованным. Не выделялись аллювиальные отложения палеогена и нижнего неогена, к палеогену относились лишь коры выветривания коренных пород.

Наибольшее распространение имеют четвертичные отложения. Из них наиболее уверенно картируются аллювиальные, озерно-аллювиальные, тогда как различные склоновые и элювиальные разности современных отложений на предшествующих картах не отражены. Это в основном галечники, пески, алевриты, супеси, суглинки различного генезиса

Сводная литолого-стратиграфическая колонка приведена в ***Приложении 1.***

**3.2.Тектоника**

Левобережье р. Яна относится к Куларской зоне Кулар-Нерскоймегазоны Верхояно-Колымской складчатой области, а правая часть территории листа - Северо-Полоусненской зоне ПолоусненскоймегазоныКолымо-Омолонской аккреционно-коллизионной области.

Им соответствуют два крупных тектонических элемента – Куларскийантиклинорий и Иргичанскийсинклинорий, имеющих соответственно северо-восточное и субширотное направление. Сочленение этих тектонических структур происходит вдоль современной долины р. Яны. На левобережье р. Яны находится юго-восточное крыло Куларскогоантиклинория, а на правобережье – западное окончание Иргичанскогосинклинория.

В Иргичанскомсинклинории отчетливо прослеживается ряд антиклинальных и синклинальных складок широтного и субширотного простирания. Ядра антиклинальных складок сложены верхнетриасовыми отложениями, крылья – юрскими.

ЯдроКуларской антиклиналисложено верхнепермскими отложениями, прорванными гранитным интрузивом; крылья складки слагают нижне- и среднетриасовые толщи. Антиклиналь коробчата, так как свод ее довольно пологий. Осадочные породы в большинстве случаев наклонены здесь под углом 10-20°. Свод антиклинали отделяется от крыльев сбросами северо-восточного направления и, таким образом, центральная часть складки представляет собой горстовое поднятие.

Среди разрывных нарушенийнамечаются две группы: глубинные разрывные нарушения, развивающиеся в фундаменте складчатых структур и в самих складчатых структурах, и разрывные нарушения, развивающиеся только в складчатых сооружениях зон.

К категории глубинных разрывных нарушений принадлежит Куларский разлом, к которому приурочено крупное батолитоподобное интрузивное тело гранитов.

Второй глубинный разлом (Янский) предполагается в зоне сочленения Куларскогоантиклинория и Иргичанскогосинклинория; он перекрыт рыхлыми четвертичными отложениями депрессии долины р. Яны.

Предполагаемая амплитуда вертикального смещения по Янскому глубинному нарушению 3000-4500 м.

В период интенсивных раннемеловых тектонических движений, замкнувших Верхояно-Чукотскую геосинклиналь, эти разломы были, вероятно, активизированы и явились магмо- и рудовыводящими структурами.

Вторую группу разрывных нарушений составляют сбросы и сбросо-сдвиги, секущие толщу осадочных пород. По отношению к направлению складчатых структур, среди них выделяются продольные и поперечные. По-видимому, продольные нарушения несколько древнее поперечных и в большинстве своем образовались одновременно со складчатостью. Поперечные же разрывы, очевидно, возникли в заключительной стадии складкообразования и позднее. Они, как правило, секут продольные разрывы и несколько смещают их.

**3.3.Полезные ископаемые**

Основные полезные ископаемые рассматриваемой территории - это золото, затем сопутствующие ему или самостоятельно проявленные цветные, редкие и благородные металлы (сурьма, ртуть, бериллий, серебро). Менее значимы вольфрам, олово, перспективы выявления месторождений, которых в районе изучены достаточно полно и оценены отрицательно ввиду низких содержаний. Бериллиеносность (Керехский массив) требует апробированной оценки, особенно для танталоносных проявлений бериллия. Значение пунктов минерализации таких полезных ископаемых, как молибден и висмут – лишь металлогеническое. Проявления серебра (с цинком, медью, свинцом) могут быть в восточной части, в надынтрузивной зоне Абырабытского гранитоидного плутона, но они могут иметь значения лишь в случае их золотоносности.

*Строительные материалы.* В качестве строительных материалов в районе могут быть использованы гравий, граниты, песчаники.

**ГЛАВА 4. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ**

Работа над дипломом проводилась в 2 этапа:полевой и лабораторный.

Полевая работа проходила в период преддипломной практики в Усть- Янском районе и подразделялась на: предполевую, полевую и камеральную.

На стадии*предполевой* подготовки проводилось изучение материалов по геологическому строению района. Изучались отчеты. Была сделана выкопировка карт, схем, разрезов и выписки из отчета по геологической изученности и строению района работ.

На стадии*полевых* работпроводилась литохимическую съемку по вторичным ореолами потокам рассеяния в масштабе 1:50000. Работа заключалась в прохождении маршрутов по руслам рек с отбором проб донных отложений. Пробы отбирались с глубины 10-30см, на расстоянии друг от друга от 100м до 1км, упаковывались в мешочек и заносились в полевой дневник.

*Камеральная* работа заключалась в просеивании проб, их описании, после записывались в реестры. С GPS навигатора в полевой журналзаносились координаты отобранных проб.

Для петрографической и минералогической характеристики района работ, были отобраны с бортов рек 10 образцов вмещающих пород и кварц сульфидных жил. Эти образцы послужили основой для написания дипломной работы. Места отбора образцов для лабораторных исследований показаны на *рис2.* В ***Приложении 2*** приведен каталог образцов.

|  |
| --- |
| D:\Новая папка (2)\карта21.jpg |
| *Рис2. Карта фактов пройденных маршрутов. Места отбора проб* |

В шлифовальной мастерской Института минералогии УрО РАН из отобранных образов было изготовлено 7 шашек и 6 шлифов.Для изучения применялись следующие виды исследований

1.Макроописание образцов проводилось на микроскопе, Olympus и ибинокуляра МБС-10.

2. Изучение аншлифов и шлифов проводилось на поляризационном микроскопе Полам-312 в отраженном и проходящем свете, фотографии были сделаны на CarlZeiss, снабженного цифровой фотокамерой CanonPowerShot 550.

3. Изучение спектров отражения рудных и нерудных минералов проводилось на Микроскоп спектрофотометр MFS-R

4. Изучение физических свойств минерала (микротвердость) – на микротвердометре ПМТ-3

5. Изучение химического состава выделенных фаз проводилось с помощью электронного микроскопа TescanVega 3 с энергодисперсионной приставкой INCA.

6. Диагностика вторичных минераловпроводилась на дифрактометреShimadzuXLD-6000.

**ГЛАВА 5. ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД УЧАСТКА РАБОТ**

В пределах изучаемого участка преобладают осадочные породы, представленные мелко-тонкозернистыми олигомиктовыми и полимиктовыми песчаниками, реже известковистыми мелкозернистыми песчаниками и глинистыми алевролитами.

В образце алевролитового сланца № 2041были обнаружены отпечатки фауны, которая диагностирована как*BevalveMonotis*, характерная для верхнего триаса (Т3) и нижней юры (J1) (рис 3).

|  |  |
| --- | --- |
| **C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\образцы\IMG_1896.JPG**  **а)** | **б)C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\образцы\IMG_1897.JPG** |
| *Рис.3 Образец алевролитового сланца № 2041 с фауной (а); фрагмент образца, с отпечатком раковины (б)* | |

Фауна была определена по следующим признакам: по размеру, по наличию и количеству первичных, вторичных и третичных ребер, по наличию замка. К сожалению, из-за того, что в наличии имеются только отпечатки раковин, определить удалось только до рода**.** По всей видимости, мы имеем дело только с отпечатками правой створки моллюска, так как у этого вида раковины не симметричные – левая створка сильновыпуклая, а правая почти плоская. Общий вид *BevalveMonotis*с классификационными признаками приведен в ***Приложении 3.***

Мактроописание образцов приведено в Приложении 4.

Все породы интенсивно катаклазированы, содержат многочисленные кварцевые жилы разной мощности (от 2-5 мм, до 2-3 см). Реже встречаются карбонатные жилы мощностью не более 2 см. В целом породы окварцованы, местами карбонатизированы, характерно присутствие рудной вкрапленности, представленной преимущественно пиритом, антимонитом и сфалеритом. Часто породы содержат пленки и пятна бурых железистых охр.

**Микро описание шлифов**

**Шлиф № 6073-2/1. Полимиктовый песчаник**

Песчаник светло-серого цвета, местами до темно-серого, мелкозернистый с массивной текстурой, участками слабо расланцованный. Количественно минеральный состав: Кварц 70%, плагиоклаз 10%, слюда (биотит, мусковит) 15%, рудный минерал (пирит) 5%.

В шлифе порода характеризуется тонко- и мелкозернистой структурой **рис 4а**, обломков минералов и базальным глинистым цементом. Местами отчетливо проявлена слоистость, подчеркнута чередованием светлых и темноцветных слойков **рис 4б**

|  |  |
| --- | --- |
| **а)**C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шлифы\Tv6.tif | **б)**C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шлифы\Tv7.tif |
| **в)**C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шлифы2\Tv8 Копировать.jpg 1.jpg | **C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шлифы\Tv13 Копировать.jpg**  **г)** |
| *Рис 4а) Структура: мелко-тонкозернистая, б) Общий вид темных слоев, в) Состав слоя: кварц, плагиоклаз, мусковит, хлорит, пирит, г)Замещение мусковита хлоритом* | |

**Кварц** представлен обломками зерен неправильной формы, размером от 0,018-0,2 мм, с отчетливо проявленным волнистым погасанием, иногда с однородным погасанием **рис 4в.** Некоторые зерна содержат цепочки газово-жидких включений.

**Плагиоклаз** в шлифе представлен удлиненными зернами с полисинтетическими двойниками. Часть зерен интенсивно серицитизирована.

**Слюда** в шлифе представлена мелкими пластинками, табличками, чешуйками биотита и мусковита размером от 0,01-0,05мм.

**Биотит** бурого цвета, резко плеохроирует.

**Мусковит** бесцветный, спайность совершенная, часто слюда замещается хлоритом, который либо образует полные псевдоморфозы **рис 4г***,* либо развивается поспайности в виде отдельных полосок и линз.

Рудный минерал представлен **Пиритом:**распределен неравномерно, присутствует в основном в виде отдельных кристалликов кубической или неправильной формы, размером в среднем 0.3-0.5мм. Реже встречается в виде тонких прожилков, согласных со слоистостью вмещающих пород.

**Шлиф № 6070-1/4. Кварцевая жила в песчанике**

Песчаник светло- серого цвета, местами до темно коричневого. Среднезернистый, с массивной текстурой. Участками слабо расланцованый.

Количественно минеральный состав: Кварц 50%, мусковит 20%, плагиоклаз 10%, кальцит 20%.

Зерна угловатые, не окатанные, сортировка плохая, размер зерен: от 0,1-0,15 мм.

|  |  |
| --- | --- |
| а)C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шлифы\Tv9.tif | б)C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шлифы2\Tv16 Копировать.jpg 1.jpg |
| в)C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шлифы2\Tv11 Копировать.jpg 1.jpg | г)C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шлифы\Tv12.tif |
| *Рис 5. а) контакт кварцевой жилы и полимиктового песчаника, б) кварцевая жила с карбонатом, в) кварц с кальцитом развивается по трещинам, г) газово-жидкие включения в кварце.* | |

**Кварц:** Бесцветный, мутный за счет пылеватых непрозрачных (рудных) включений, располагающихся в беспорядке **рис 5а**, спайность не наблюдается, ксеноморфный, анизотропный. Некоторые зерна содержат газово-жидкие включения **рис 5г**

**Кальцит:** Ксеноморфный. Выполняет пространство между зернами кварца и трещины в них, **рис 5 б,в**

**Плагиоклаз:**Светло-серый. Форма зерен представлена удлиненными, таблитчатыми кристаллами. Минерал двуосный, положительный, присутствуют полисинтетические двойники. Серицитизированные зерна плагиоклаза.

**Мусковит:** Бесцветный. В стыке с кварцем и плагиоклазом мусковит дает в проходящем свете очень слабую синевато- зеленоватую окраску. Двупреломление колеблется от 0,036 до 0,042. Спайность совершенная, Сингония моноклинная. Мусковит образует форму зерен в виде- чешуек, пластинок.

**Шлиф № 6067-1/3. Кварцевая жила**

Встречаются грани роста кварца, пирамидальные кристаллы. На гранях видно пылеватое вещество. Цвет серый, среднезернистый с массивной текстурой **рис 6а**

Количественно минеральный состав: Кварц 50%, Мусковит 20%, Плагиоклаз 10%, Гематит 10%, Пирит 10%.

|  |  |
| --- | --- |
| а)C:\Users\я\Desktop\Tv14 Копировать.jpg | б)C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шлифы\Tv15.tif |
| в)C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шлифы2\Tv16 Копировать.jpg 1.jpg | г)C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шлифы\Tv17.tif |
| *Рис 6. а) индивид кварца с зонами роста, б)газово- жидкие включения и рудное вещество по зонам роста кварца, в) кварц с пленками гематита и пирита, г) газово-жидкие включения.* | |

**Кварц**: размер зерен от 0,018-0,2 мм, ксеноморфный, некоторые зерна содержат цепочки газово-жидких включений, неизмененный, бесцветный, анизотропен. Гаснет прямо.

**Мусковит:** Бесцветный. В стыке с кварцем и плагиоклазом мусковит дает в проходящем свете очень слабую синевато- зеленоватую окраску. Двупреломление колеблется от 0,036 до 0,042. Спайность совершенная, Сингония моноклинная. Мусковит образует форму зерен в виде чешуек, пластинок.

**Плагиоклаз:**Светло- серый. Форма зерен представлена удлиненными, таблитчатыми кристаллами. Минерал двуосный, положительный, присутствуют полисинтетические двойники. Серицитизированные зерна плагиоклаза.

**Пирит:**Распределен неравномерно, присутствует в основном в виде отдельных кристалликов кубической или неправильной формы, размером в среднем 0,3-0,5мм. Реже встречается в виде тонких прожилков, согласных со слоистостью вмещающих пород **рис 6в**

**Гематит:** Зерна ксеноморфные, цвет вишнево-красный, представлен в виде отдельных порфировидных вкрапленников, размер зерен от 0,03-0,05.

**Шлиф № 6005. Известковистый мелкозернистый песчаник.**

Песчаник черно- бурого цвета. Мелкозернистый с массивной текстурой, участками слабо рассланцованный.

Количественно минеральный состав: представлен обломками хлорита20%, кварца30%, гематита20%.

|  |  |
| --- | --- |
| **а)C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шлифы\Tv18.tif** | **б)C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шлифы\Tv19.tif** |
| *Рис 7. а*) *Мелкозернистая структура, б) Кальцитовая жила.* | |

**Кварц**: В породе 40%, размер зерен от 0,018-0,2 мм, ксеноморфный, включения газо-жидкие, неизмененный, бесцветный, анизотропен. Гаснет прямо.

**Хлорит:** Сингония моноклинная. Развит участками в виде тонких светло-зеленоватых пленок, с заметным рельефом, довольно крупночешуйчатым строением( 0,01-0,05мм), темно-серые цвета интерференции. Спайность совершенная.

**Гематит:** Зерна ксеноморфные, цвет вишнево-красный, представлен в виде отдельных порфировидных вкрапленников, размер зерен от 0,03-0,05.

**Шлиф № 6070. Глинистый алевролит**

Цвет темно-серый до черного, микрозернистый, текстура слабовыраженная слоистая, линзослоистая, местами косослоистая.

Количественно минеральный состав: Зерна кварца 50%, чешуйки гидрослюды 30%, цемент кремнистый, представлен халцедоном 20%.

|  |  |
| --- | --- |
| а)C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шлифы\Tv20.tif | б)C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шлифы\Tv21.tif |
| *Рис 8. Глинистый алевролит. а) Структура-тонкозернистая, пелитовая, б) Текстура- линзовидно- плойчатая.* | |

**Кварц:**Бесцветный, мутный за счет пылеватых непрозрачных (рудных) включений, располагающихся в беспорядке, спайность не наблюдается, ксеноморфный, анизотропный, гаснет прямо, одноосный.

**Мусковит:** Бесцветный. В стыке с кварцем и плагиоклазом мусковит дает в проходящем свете очень слабую синевато- зеленоватую окраску. Двупреломление колеблется от 0,036 до 0,042. Спайность совершенная, Сингония моноклинная. Мусковит образует форму зерен в виде- чешуек, пластинок.

**Халцедон:** Бесцветный, анизотропный. Погасание четко выраженное волнистое, указывающее на его волокнистое строение. Форма зерен- волокна, удлиненные кристаллы. Спайности нет. Двойников не наблюдается.

**Шлиф № 6067-1/2. Кварцевая жила с карбонат –хлоритовым материалом.**

Текстура: Массивная

Минеральный состав: кварц, хлорит, кальцит, рудный минерал

|  |  |
| --- | --- |
| а)C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\шлифы2\Tv2 Копировать.jpg | б)C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шлифы2\Tv3 Копировать.jpg 1.jpg |
| в)C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шлифы\Tv4 Копировать.jpg | г) C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шлифы2\Tv5 Копировать.jpg 1.jpg |
| *Рис 9. Кварцевая жила*. а) *хлорит, кальцит, кварц, б) хлорит, кальцит, в)кварц, г) руда, хлоритовая пластинка, кальцит.* | |

**Кварц:**Бесцветный, мутный за счет пылеватых непрозрачных (рудных) включений, располагающихся в беспорядке, спайность не наблюдается, ксеноморфный, анизотропный, гаснет прямо, одноосный.

**Хлорит:** Сингония моноклинная. Развит участками в виде тонких светло-зеленоватых пленок, с заметным рельефом, довольно крупночешуйчатым строением( 0,01-0,05мм), темно-серые цвета интерференции. Спайность совершенная.

**Кальцит:** Текстура прожилковая, местами гипидиоморфная. Цвет - бесцветный, с анализатором розоватый. Высокий рельеф.

Таким образом, по результатам петрографического изучения можно сделать следующие выводы:

1. Все встреченные нами терригенные породы схожи по минеральному составу и состоят из кварца, плагиоклаза, мусковита, биотита, кальцита, хлорита. Из рудных - пирит, гематит.

2. Породы отличаются по текстурным и структурным особенностям: имеют тонко-мелко- и среднезернистую текстуры и массивную, сланцеватую и полосчатые структуры.

3. Кварцевые жилы встречаются двух типов:

- гранулированный кварц с кальцитом безрудный;

- кварц кристаллический с хорошо видимыми газово-жидкими включениями по зонам роста. Данный тип кварцевых жил рудоносный, с антимонитом

**ГЛАВА 6. МИНЕРАЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РУД**

**Антимонит (Sb2S3)**

Составляет основную рудную массу в изучаемых кварц-сульфидных жилах. Он вместе с кварцем слагает главную жилу, а также встречается в прожилках, гнездах и в виде вкрапленности во вмещающих породах. Антимонит представлен призматическими, длиннопризматическими, игольчатыми кристаллами, ксеноморфными выделениями и зернистыми агрегатами.

Цвет антимонита в отраженном свете: белый, двуотражениесильное. Сильно анизотропен, внутренние рефлексы отсутствуют.

Основная масса антимонита образует массивнокристалические разности. Эти агрегаты различаются по зернистости: крупнозернистые- размер зерен 5-20 мм и более; среднезернистые - 2-5 мм; мелкозернистые - 0,1-2 мм; тонкозернистые - менее 0,1 мм. Кристаллы антимонита практически все деформированы.

Макагонов Е.П., изучая антимонит месторождения Сарылах (Якутия), выделил следующие формы пластических деформаций: полосы скольжения, единичные изгибы и системы сопряженных изгибов, скручивание, полосы перегиба. Образуются полисинтетические двойники. Из хрупких деформаций отмечаются трещины скалывания и отрыва, которые располагаются по спайности, по границам полос перегиба и параллельно плоскостям отдельности антимонита (100), (110), (101), (301). (Е.П. Макогонов, 1973; Е.П. Макогонов, 1980). Подобные деформационные картины наблюдаются и на наших образцах антимонита.

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\я\Desktop\Новая папка (2)\1-1х10 Копировать.jpg 1.jpg | C:\Users\я\Desktop\Новая папка (2)\1-6-10х Копировать.jpg 1.jpg |
| *Рис. 10. Деформации антимонита: а) полисинтетические двойники, б) пластические изгибы. Размер кадра 0,45 мм* | |

Из хрупких деформаций отмечаются трещины скалывания и отрыва, которые располагаются по спайности, по границам полос перегиба и параллельно плоскостям отдельности антимонита.

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Антимонит\фото\6067-1.4(1)\1-8-20х.jpg | C:\Users\я\Desktop\Новая папка (2)\1-2х10 Копировать.jpg 1.jpg |
| *Рис. 11.Хрупкие деформации антимонита: трещины скалывания, трещины отрыва, полосы перегиба.*  *Размер кадра 0,45. мм* | |

По трещинамв зонах хрупких деформаций происходит развитие мелко- и тонкозернистого антимонита

|  |
| --- |
| C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\микрорзонд\14138a.jpg |
| *Рис. 12.Развитие тонко- и мелкозернистых агрегатов антимонита по трещинам. Изображение BSE.* |

Дальнейшее развитие деформаций ведет к появлению полос грануляции. Результатом является образование среднезернистых агрегатов с реликтами первичных зерен.

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Антимонит\фото\6067-1.5\1-2-20х Копировать.jpg 2.jpg | C:\Users\я\Desktop\Новая папка (2)\1-2-10х Х 2 Копировать.jpg 1.jpg |
| *Рис. 13. Полосы грануляции, среднезернистые агрегаты антимонита.*  *. Размер кадра 0,45. мм* | |

Таким образом, можно выделить три типа антимонита в кварцевых жилах, отличающихся структурными особенностями:

1. Кристаллический деформированный антимонит (рис. 14а);
2. Гранулированный или пере кристаллизованный антимонит (рис. 14б);
3. Ксеноморфный антимонит (рис.14в).

|  |  |
| --- | --- |
| ***C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шашки\6067-1.4а\1-7-10хХ Копировать.jpg 1.jpgC:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шашки\6067-1.4а\1-7-10хХ Копировать.jpg 1.jpgа)C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шашки\6067-1.4а\1-7-10хХ Копировать.jpg 1.jpg*** | ***C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Антимонит\фото\6067-1.5\1-2-20х Копировать.jpg 2.jpg***  ***б)*** |
| ***C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\шашки\6067-1.3\1-1-2х Копировать.jpg 1.jpg***  ***в)*** | *Рис.14. Деформированный (а), перекристализованный (б), ксеноморфный (в) антимонит.*  *. Размер кадра 0,45 мм* |

**Деформированный антимонит.**

Микротвёрдость анизотропного антимонита определялась под нагрузкой P = 100 г, выдержка 10 сек. Всего было проведено 30 измерений.

VHNср = 125,281 кг/мм2; VHNmax=214,36 кг/ мм2;VHNmin=87,33кг/мм2. Снято 10 спектров отражения.

Справочное значение микро твёрдости антимонита= 71-86 кг/мм2. Мы можем видеть, что среднее измеренное значение несколько выше, чем эталонное. В рамках дипломной работы, причины различия в твердости установить не удалось.

На рисунке 15 приведен типичный спектр отражения изученных кристаллов антимонита (а) и эталонный спектр по данным *A.J. CriddleandC.J. Stanley.*Все последующие эталонные спектры отражения даны по данным авторам(CriddleandC.J.Stanley, 1986

|  |  |
| --- | --- |
| а) | б) |
| *Рис. 15. Спектры отражения деформированного антимонита (а); эталонный(б).(СправочникEditedbyA.J. CriddleandC.J. Stanley1986* | |

**Гранулированный (перекристализованный) антимонит**

Микро твёрдость анизотропного антимонита определялась под нагрузкой P=100 г, выдержка 10 сек. Всего было проведено 30 измерений, VHNср= 112.787 кг/мм2,   
VHNmax= 148.86 кг/мм2, VHNmin = 80.35 кг/мм2. Измеренная микро твёрдость гранулированного антимонита также несколько выше эталонной.

На рисунке 16 приведен типичный спектр отражения изученных кристаллов антимонита.

|  |  |
| --- | --- |
| а) | б) |
| *Рис. 16 Спектры отражения перекристализованногоантимонита (а); эталонного (б)* | |

**Ксеноморфныйантимонит.**

Микро твёрдость анизотропного антимонита определялась на микротвердометре, под нагрузкой P= 100 г, выдержка 10 сек. Всего было проведено 30 измерений,   
VHNср = 138,84 кг/мм2; VHNmax= 229,40 кг/мм2; VHNmin = 87,34 кг/мм2.

Измеренная микро твёрдость ксеноморфного антимонита также несколько выше эталонной.

Было снято 10 спектров отражения.

На рисунке 17 приведен типичный спектр отражения изученных кристаллов антимонита.

|  |  |
| --- | --- |
| а) | б) |
| *Рис. 17 Спектры отражения ксеноморфного антимонита (а) экспериментальный; (б) эталонный (Справочник EditedbyA.J.CriddleandC.J. Stanley .1986* | |

Измеренные спектры отражения разных типов антимонита похожи между собой. Некоторые отличия в интенсивности спектров между собой можно отнести к качеству полировки и структуры поверхности выделенных типов антимонита.

Отличия измеренных спектров от эталонных возможно объясняются различием в освещении, типом применяемых приборов.

Химический состав выделенных типов антимонит не имеет различия между собой и отличается высокой (на уровне микрозонда) химической чистотой, т.е. отсутствием примесей.

Результаты микро зондовых анализов приведены ниже:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Sb | S | Сумма |
| Деформированный | 71.38 | 28.00 | **99.38** |
| Перекристализованный | 71.48 | 28.03 | **99.52** |
| Ксеноморфный | 71.78 | 27.87 | **99.65** |

Эмпирическая формула антимонита:

**14138a** **Sb2.01S2.99**

**14138b Sb2.01S2.99**

**14137b** **Sb2.01S2.99**

**Сфалерит (ZnS)**

Сфалерит образует: зернистые агрегаты, пластинчатые и ксеноморфные выделения (рис. 18),. Цвет в отраженном свете серый до темно-серого, с еле заметным синеватым оттенком. Плеохроизм незаметен, изотропен.

|  |
| --- |
| C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\сфалерит\фото\7-1.jpg |
| *Рис 18 Зернистые агрегаты сфалерита., размер кадра 0.45 мм* |

Для количественной характеристики отражательной способности сфалерита были сняты спектры отражения. Всего было снято 10 спектров. Все они похожи между собой и усредненный спектр показан на рисунке 19.

|  |  |
| --- | --- |
| а) | б) |
| *Рис.19. Спектры отражения сфалерита (а) экспериментальный (б) эталонный* | |

Микро твёрдость определялась на микротвердометре, нагрузка P= 50 г, выдержка 10 сек. Всего проведено 30 измерений.

VHNср = 255.74 кг/мм2; VHNmax= 356.74 кг/мм2;VHNmin = 162,38 кг/мм2. Справочное значение микро твёрдости сфалерита = 208-224 кг/мм2. Измеренные значения совпадают с эталонными.

Состав сфалерита определялся на электронном микроскопе с энергодисперсионной приставкой. По данным микрозондовых исследований получен следующий состав сфалерита:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Zn | Fe | S | сумма |
| Сфалерит | 64.82 | 0.77 | 33.96 | 99.76 |

Эмпирическая формула сфалерита:

***(Zn0.96Fe0.01)0.97S1.03***

**Пирит (FeS2)**

Форма зерна- ромбическая, вытянутая, размер 60х70 мкм.

Цвет в отраженном свете: желтовато-белый, соломенно-желтый. Плеохроизм незаметен, анизотропен, внутренние рефлексы не наблюдаются.

|  |
| --- |
|  |
| *Рис 20 Зерно пирита. Изображение BSE* |

Определение микротвёрдости пирита определялась при нагрузке: P = 100 г, выдержка 10сек.

VHNср = 1265.33 кг/мм2, VHNmax = 1574.89 кг/мм2, VHNmin = 952.71 кг/мм2. Справочное значение микро твёрдости пирита= 1650 кг/мм2. Измеренные значения несколько ниже эталонных. Возможно, это связанно с вростками другого минерала.

Спектры отражения пирита показаны на на рис. 21

|  |  |
| --- | --- |
| а) | б) |
| *Рис.21 Спектры отражения пирита (а) экспериментальный (б) эталонный* | |

Микрозондовое определение химического состава пирита показало следующий результат:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Пирит | S | Fe | сумма |
| 14137k | 54.6 | 46.08 | 100.67 |
| 14137l | 54.48 | 46.03 | 100.51 |

Анализ 14137k отвечает центру зерна, а анализ 14137l – краю. Как видно из таблицы, пирит химически не зонален

**Фюлёппит (Pb3Sb8S15)**

Фюлёппит был диагностирован с помощью зондового анализа. Он выполняет полости трещин деформаций в антимоните, что говорит о его более позднем времени образования.

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\микрорзонд\фуллопит 14138.jpg |  |
| *Рис 22 Фюлёппит в трещинахантимонита. Изображение BSE* | *Рис 23 Спектр отражения фюлёппита* |

Микротвердость и спектры отражения приведены только по справочным данным:(Чвилева и др.,1988)

VHN = 100кг/мм2

Химический состав фюлёппита:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | S | Sb | Pb | сумма |
| Фюлёппит | 23.37 | 47.14 | 29.17 | 99.69 |

Эмпирическая формула:

***Pb2.91Sb8.01S15.08***

**Робинсонит (Pb4Sb6S13)**

Встречается в виде изоморфных выделений, размером до 10мкм, на участках развития тонко и мелко зернистого антимонита

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\микрорзонд\робинсонит.jpg |  |
| *Рис 24 Зерно робинсонита*  *Изображение BSE* | *Рис 25 Спектр отражения робинсонита* |

Микро твёрдость робинсонита =118-125 кг/мм2

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | S | Fe | Sb | Pb | сумма |
| Робинсонит | 22.32 | 2.58 | 37.92 | 37.16 | 99.98 |

Эмпирическая формула:***(Pb3,34 Fe0,86)4.2 Sb5,81 S12,98***

**Сенармонтит (Sb2O3)**

Развивается по антимониту вдоль трещин, образуя корочки толщиной до 10мкм.

В отраженных электронах светло- серого цвета.

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\микрорзонд\14139 Копировать.jpg 1.jpg |  |
| *Рис 26. Образование корочек сенармонтита. Изображение BSE.* | |  | | --- | | *Рис 27. Спектр отражения сенармонтита* | |

Микротвердость определить не удалось в силу малых размеров выделений. Приведены только справочные данные.(Чвилева и др.,1988)

VHN = 25-30 кг/мм2

Химический состав:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Sb2 O3 | Сумма |
| Сенармонтит | 100,28 | 100, 28 |

Эмпирическая формула:

***Sb2.00O3.00***

**Сервантит (Sb+3Sb+5O4), Стибиоконит (Sb+3Sb2+5O6 (OH)).**

Сервантит образует агрегаты размером более 150 мкм, которые замещают антимонит.

Стибиконит (гидросервантит) образуется по сервантиту, путем его гидратации.

|  |
| --- |
| C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\микрорзонд\14137b Копировать.jpg 1.jpg |
| *Рис 28. Выделениясервантита игидросервантита Изображение BSE* |

Микротвердостьсервантитапо данным (Чвилева и др.,1988) равна: VHN= 120- 150 кг/мм2

Стибиоконита - VHN = 120 кг/мм2.

Химический состав сервантита и стибиконита:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | SO3 | Sb2 O3 | Сумма |
| Сервантит | 1,07 | 95,49 | 96,56 |
| Стибиоконит |  | 87,42 | 87,42 |

Эмпирическая формула сервантита рассчитывалась на два катиона ***Sb+3***и***Sb+5***и имеет вид:

***Sb+31.00 Sb+51.00O3.57S0.43***

Пересчет анализа на окислы Sb2O3 и Sb2O5 показал следующий состав (масс.%): ***Sb2O3 47.75***; ***Sb2O5 52.99***; ***S 0.43***; Сумма ***101.17***.Небольшой избыток суммы появляется за счет некомпенсированного в окислах кислорода серой

Анализ стибиоконита также персчитан на ***Sb+3***и***Sb+5***(масс.%): ***Sb2O329.14***; ***Sb2O5 64.66***; ***Н2О 6.20***; Сумма ***100.00***. Вода добавлена до 100 %.

Формула расчитывалась на два катиона:

***Sb+31.00 Sb+52.00O6.00(ОН)1.00***

**Сера (S)**

Встречается в трещинах, антимонита, в отраженных электронах светло- серого цвета, образует выделения неправильной формы.

|  |
| --- |
| C:\Users\я\Desktop\Диплом\Диплом\Рисунки\шашки\6067-1.5(1)\1-5-10х Копировать.jpg |
| *Рис 31. Выделение серы в трещине антимонита.. Размер кадра 0.45 мм* |

Микротвердость определить не удалось в силу малых размеров выделений. Приведены только справочные данные.

VHN = 21-25 кг/мм2

Спектры отражения серы представлены на графике, всего было снято 4 спектра.

|  |  |
| --- | --- |
| а) | б) |
| *Рис.32. Спектры отражения серы (а) экспериментальный (б) эталонный (Справочник EditedbyA.J.CriddleandC.J. Stanley 1986* | |

Химический состав:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | S | Sb | сумма |
| Сера | 97.91 | 1.85 | 99.76 |

Эмпирическая формула:

***S0.99Sb0.01***

Кроме описанных выше минералов, при осмотре образцов в полостях трещин кварц-антимонитовой жилы образца № 6067-1/4 наблюдался серо- желтый налет в виде землистой присыпки.

Для диагностики вторичных образований был проведен рентгенофазовый анализ.

Дифрактограммапоказана в приложении 5

При расшифровке дифрактограммы были диагностированы следующие минералы.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Кварц** 20,886 (21)  26,665 (100)  36,604 (5)  39,5 (7) | **Чапманит** 24,91 (3)  30,915 (4) | | **Сера** 23,093 (4)  25,89 (2) | |
| **Сенармонтит**13,763 (20)  27,721 (18)  32,092 (4)  35,004 (10) | | **Стибиоконит (гидросервантит)**14,903 (8)  28,829 (9)  30,131 (22)  59,627 (5) | |

**Результаты работ**

Таким образом, изучая кварц - антимонитовую жилу, были выделены следующие минералы: кварц, антимонит, сфалерит, пирит, робинсонит, фюлеппит, сенармонтит, серванитит, стибиконит, сера, чапманит.

Наблюдая взаимоотношения между минералами, можно выделить нескоторые особенности минералообразования. Одним из первых минералов был кварц. Несколько позже, частично одновременно с ним образовывался антимонит I, имеющий четкие кристаллографические характеристики: трещины спайности, отдельности, полисинтетическоедвойникование. Развитие кварц-антимонитовых жил проходило в условиях постоянного тектонического воздействия, которое проявлялось в деформировании кристаллов, их изгибании, разрывах и т.п. Образовавшиеся трещины заполняют ксеноморфный антимонит II, фюлёппит, робинсонит. В местах развития пластических деформаций антимонита появляется гранулированный антимонит.

Последующее преобразование кварц-антимонитовых жил происходит в гипергенную стадию. По антимониту развиваются сенармонтит, сервантит, стибиконит, образуя вдоль границ с трещинами корочки и колломорфные выделения. В центре трещин располагается новообразованная сера, образовавшаяся в результате окисления сульфидов.

Обобщенная схема последовательности минералообразования приведена в таблице:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **этапы минералообразования** | | | | | | | |
| **Гидротермальный** | | | | **Гипергенный** | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Кварц** |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Антимонит I** |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Пирит** |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Сфалерит** |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Робинсонит** |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Фюлёппит** |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Антимонит II** |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Сенармонтит** |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Сервантит** |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Гидросервантит** |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Чапмонит** |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Сера** |  |  |  |  |  |  |  |  |

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе написания дипломной работы дана петрографическая и минералогическая характеристика участка Кючус Верхне- Янского района:

1. Породы осадочного комплекса района обладают схожим минеральным составом и различные по текстурно-структурным особенностями;
2. Найдена фауна, определенная нами, как Bivalve Monotis и характерная для позднего триаса (T3), ранней юры (J1);
3. Для гидротермальных кварц-антимонитовых жил были установлены следующие минералы: кварц, антимонит, сфалерит, пирит, робинсонит, фюлеппит, сенармонтит, серванитит, стибиконит, сера, чапманит;
4. Определена последовательность образования минералов в жилах. Гидротермальные ранние: кварц, антимонит I, пирит, сфалерит; для поздней гидротермальной стадии характерны: робинсонит, фюлёппит антимонит II (ксеноморфный); для гипергенной стадии: сенармонит,, сервантит, стибиконтит, сера, чапманит.

Выражаю огромную благодарность своему руководителю Муфтахову В. А., а также Кабановой Л. Я, Сафиной Н. П, Аюповой Н. Р, Блинову И. А. за оказанную помощь в написании диплома.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Макагонов Е. П. Строение деформированных индивидов антимонита.// Реферативный сборник научно- исследовательских работ Свердловского горного института. Свердловск, 1973г. С. 183

2. Макагонов Е. П. Явления деформационной и рекристаллизационной грануляции в антимонитах месторождения Сарылах, //Cборниктрудов Свердловского горного института. Свердловск, 1980

3. Сафина Н. П, Новоселов К. А. Микроскопические методы в исследовании руд, 2013г, 168 с.

4*.*Фролов В. Т. Руководство по лабораторным занятиям по петрографии осадочных пород.

5. Чвилева Т. Н, Безсмертная М. С, Спиридонов Э. М. Справочник- определитель рудных минералов в отражённом свете. 1988- с 282.

6. TheQuantitativeDateFilefororeMinerslsoftheCommisiononoreMikroscopyoftheinternationalMineraloqicalAssociation 1986. Pp 150 / EditedbyA.J. CriddleandC.J. Stanley

**7**. The Late Triassic Bivalve Monoitis in Accreted Terranes of Alaska / by N.J. Silberling, J.A. Grant-Mackie, and K.M. Nichols.U.S. GEOLOGICAL SURVEY BULLETIN 2151. US Gov.printing office, Washington, 1997

**Фондоваялитература**

1. ПроектОАО «Янгеология» нагеологическоедоизучениеплощади: «ГДП-200 листовR-53-XXI, XXII (Джанкынская площадь).

Приложение 1

**СВОДНАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ КОЛОНКА**

**ВЕРХНЕЯНСКОГО РАЙОНА**

(составила Ануркина М.А.)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **эра** | **система** | **свита** | **подсвита** | **мощность.м** | **литология** |
| Кайнозой | Четвертичный | Нерасчлененная толща | |  | Представлена рыхлыми, преимущественно аллювиальными и озерно-аллювиальными отложениями. Галечники, пески, алевриты, супеси |
|
| Неоген |
| Палеоген |
|  | Юра | Джанкыйская | Верхняя | 630м | Прослои алевролитов, аргиллитов |
| нижняя | 380м | Алевролиты, аргиллиты |
| триас | крестях-салинская | верхняя | 1000м | Алевролиты и песчанники |
| сыстардахская свита | 550м | Представлена алевролитами известковыми и песчанистыми с прослоями аргиллитов |
| средняя | 600м | Алевролиты |
| нижняя | 600м | Алевролиты, аргиллиты |
| Кыллахская | Средняя и верхняя (T1kh2+3) | 450м | Переслаивание алевролитов с прослоями аргиллитов |
| палеозойская | пермская | Туогучанская свита | верхняя | 550 | Алевролитами и алевропелитами углистыми, реже известковистыми, с прослоями углистых известковистых аргиллитов и редкими линзами песчаников |
| средняя | 450 | Алевролиты,алевропилиты с прослоями аргилитов |
| нижняя | 600 | Алевролиты, алевропилиты |
| Тарбаганнахская свита | *Верхняя*  (P1*tr*2) | 500 | Алевролиты,алевропилиты |

Приложение 2

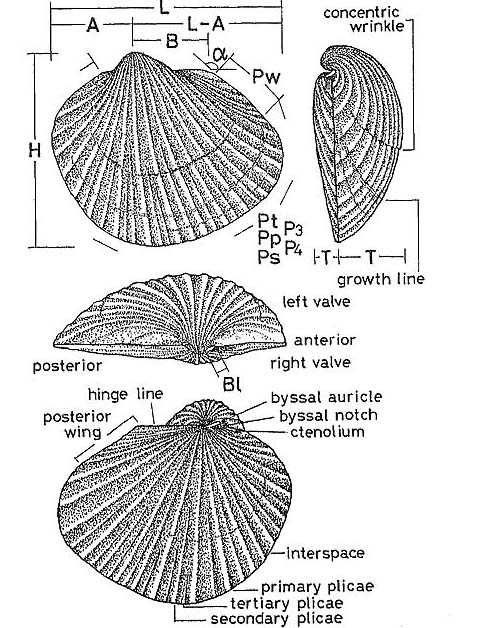
**КАТАЛОГ ОБРАЗЦОВ**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **№ обр.** | **Привязка** | **Характеристика образца** | **Примечание** |
| 1 | 6067-1/2 | В 0926 | Кварцевая жила с антимонитом |  |
| 2 | 6067-1/3 | В 0904 | Кварц, Антимонит |  |
| 3 | 60005-1/1 | В 0902 | Алевролитовый сланец |  |
| 4 | 6070 | В 0901 | Алевролитовый сланец |  |
| 5 | 2041 | 0846 | Алевролитовый сланец | с фауной |
| 6 | 6073-2/1А | 0874 | Полимиктовый песчаник |  |
| 7 | 6070-1/4 | 1009 | Кварцевая жила в песчанике |  |
| 8 | 6067-1/5 | 1053 | Кварцевая жила с антимонитом |  |
| 9 | 6067-1/4А | 1004 | Кварцевая жила с антимонитом |  |
| 10 | 6067-1/4 | 1031 | Антимонитовая руда в алевролите |  |

Приложение 3

**ОБЩИЙ ВИД ДВУСТВОРЧАТЫХ РОДА BIVALVEMONOTIS**

**(N.J. Silberling, J.A. Grant-Mackie, and K.M. Nichols The Late Triassic Bivalve Monoitis in Accreted Terranes of Alaska \ U.S. GEOLOGICAL SURVEY BULLETIN 2151. US Gov.printing office, Washington, 1997)**



Приложение 4

**МАКРООПИСАНИЕ ОБРАЗЦОВ**

**Образец № 6070Глинистый алевролит**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Цвет: Темно- серый до черного  2. Текстура: Сланцеватая  3. Структура: Микрозернистая  4. Форма выделений: Плотный, рассланцовывался с усилением  5. Минеральный состав: Углисто- глинистое вещество. | **C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\образцы\IMG_1895.JPG** |

**Образец№ 2041.Алевролитовый сланец с фауной**

|  |  |
| --- | --- |
| **C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\образцы\IMG_1896.JPG** | 1. Цвет: Серый, светло- коричневый, окраска не однородная  2. Текстура: Полосчатая  3. Структура: Микрозернистая  4. Минеральный состав:  5. Особенности: Отпечатки ракушек фауны на плоскости рассланцевания |

**Образец №6005. Известковистый мелкозернистый песчаник**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Цвет: Черно- бурый  2. Текстура: Полосчатая, массивная  3. Структура: Мелкозернистая  4. Минеральный состав: | **C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\образцы\IMG_1898.JPG** |

**Образец №6073-2/1АПолимиктовый песчаник**

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\образцы\IMG_1894.JPG | Слабо расланцованный, Плотный  1. Цвет: Светло- серый, темно- серый  2. Текстура: Полосчатая  3. Структура: Мелкозернистая  4. Минеральный состав: Кварц, Кальцит, Серицит |

**Образец №6067-1/3Кварцевая жила**

|  |  |
| --- | --- |
| Антимонит в виде мелких агрегатов, видны участки кристаллического антимонита с совершенной спайностью, распался в трещинах, имеет форму заполнения в Кварцевой жиле.  1. Цвет: Белый, Серый  2. Текстура: Массивная | C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\образцы\IMG_1918.JPG |

3. Структура:среднезернистая, крупно-зернистая не равномерно зернистая;

4. Форма выделений: Сплошные выделения, в трещинах Антимонит, отдельных индивидов не наблюдается

5. Минеральный состав: Кварц, антимонит.

**Кварц SiO2-** Цвет-белый, блеск- стеклянный, твердость- 7, плотность- 2.65 г/см3, . спайность: несовершенная, излом: раковистый;

**Антимонит Sb2S3-** . Цвет- серый, свинцово-серый, блеск- металлический, твердость- 2, плотность- 4.5 г/см3, спайность: весьма совершенная, излом: раковистый

**Образец № 6067-1/4Кварц-антимонитовая руда**

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\образцы\IMG_1890.JPG | 1. Цвет: Коричневый, серый, до темно-серого  2. Текстура: Массивная  3. Структура: Среднезернистая  4. Форма выделений: Отдельные выделения игольчатых кристаллов антимонита  5. Минеральный состав: антимонит, кварц |
| **Антимонит Sb2S3-** . Цвет- серый, свинцово-серый, блеск- металлический, твердость- 2, плотность- 4.5 г/см3, спайность: весьма совершенная, излом: раковистый.  В полостях жилы по антимониту наблюдается серо- желтый налет. | |

**Образец № 6067-1/4АКварцевая жила с антимонитом**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Цвет: Коричневый, серый до темно- серого  2. Текстура: Массивная  3. Структура: Средне- крупнозернистая  4. Форма выделений: Крупные кристаллические выделения Антимонита с плоскостями скольжения  5. Минеральный состав: Кварц, Антимонит | C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\образцы\IMG_1888.JPG |
| **КварцSiO2-** Цвет-белый, блеск- стеклянный, твердость- 7, плотность- 2.65 г/см3, спайность: несовершенная, излом: раковистый  **Антимонит Sb2S3-** . Цвет- серый, свинцово-серый, блеск- металлический, твердость- 2, плотность- 4.5 г/см3, спайность: весьма совершенная, излом: раковистый | |

**Образец № 6067-1/5Кварцевая жила с Антимонитом**

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\образцы\IMG_1907.JPG | 1. Цвет: Коричневый, серый  2. Текстура: Массивная  3. Структура: Неравномерно зернистая, среднезернистая  4. Форма выделений: Крупные кристаллы Антимонита  5. Минеральный состав: Кварц, Антимонит |
| **КварцSiO2-** Цвет-белый, блеск- стеклянный, твердость- 7, плотность- 2.65 г/см3, . спайность: несовершенная, излом: раковистый  **Антимонит Sb2S3-** . Цвет- серый, свинцово-серый, блеск- металлический, твердость- 2, плотность- 4.5 г/см3, спайность: весьма совершенная, излом: раковистый | |

**Образец № 6070-1/4Кварцевая жила в песчанике**

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Цвет: Белы, серый, коричневый  2. Блеск: Стеклянный  3. Текстура: Прожилковая, массивная  4. Структура: Среднезернистая  5. Спайность: Несовершенная  6. Излом: Неровный  7. Форма выделений: Контакт кварцевой жилы с вмещающей породой  8. Минеральный состав: Кварц, песчаник | C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\образцы\IMG_1893.JPG |

**Образец № 6067-1/2Кварцевая жила с Антимонитом**

|  |  |
| --- | --- |
| C:\Users\я\Desktop\Мэри\Диплом\Рисунки\образцы\IMG_1889.JPG | 1. Цвет: Светло- серый  2. Блеск: Стеклянный  3. Текстура: Масивная  4. Структура: Крупнозернистая  5. Спайность: Несовершенная  6. Излом: Неровный  7. Форма выделений: отдельные зернистые агрегаты расколоченные между кварцевыми зернами, в пустотах образовались кристаллы. |

8. Минеральный состав: Кварц, Антимонит

**КварцSiO2-** Цвет-белый, блеск- стеклянный, твердость- 7, плотность- 2.65 г/см3, . спайность: несовершенная, излом: раковистый;

**Антимонит Sb2S3-** . Цвет- серый, свинцово-серый, блеск- металлический, твердость- 2, плотность- 4.5 г/см3, спайность: весьма совершенная, излом: раковистый

Приложение 5

Дифрактограмма с

