

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И. Сатпаева

Институт геологии и нефтегазового дела  
Кафедра геологической съемки, поиска и разведки месторождений  
полезных ископаемых

Дуйсембаев Ертай Ермекулы

Золотоносность руд глубоких горизонтов золото-колчеданно-полиметаллического  
месторождения Риддер-Сокольное (Рудный Алтай)

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**  
к дипломной работе

Специальность 5В070600 - Геология и разведка месторождений полезных  
ископаемых

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет  
имени К.И. Сатпаева

Институт геологии и нефтегазового дела  
Кафедра геологической съемки, поиска и разведки месторождений  
полезных ископаемых

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

ГСП. РМПИ  
(наименование кафедры)

А.А. Бейботаева  
(ученая степень, звание)

Бейботаева А.А  
подпись Ф.И.О.

“ 6 ” май 2019 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к дипломной работе

На тему: " Золотоносность руд шурфовых горизонтов золота -  
комбинированно - полиметаллического месторождения Раддер-  
Соколинское. "  
по специальности 53070600 - Поиск и разведка ш.п.и.  
Шифр и наименование специальности

Выполнил:

Дүйсембаев Ермак Ермакулы  
(Ф.И.О. обучающегося)

Научный руководитель

К.Ш. Дюсембаева

(ученая степень, звание)

Дюсембаева  
подпись Ф.И.О.

“ 6 ” май 2019 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический  
университет имени К.И. Сатпаева

Институт геологии и нефтегазового дела  
Кафедра геологической съемки, поиска и разведки месторождений  
полезных ископаемых

5B070600 - Геология и разведка месторождений полезных ископаемых

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Г.С.С.РМ.П.И.

(наименование кафедры)

(ученая степень, звание)

Бекбогаева А.А.

подпись

Ф.И.О.

" 6 "

май

2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Дүйсенбаеву Ерсату Ермекулы  
(Ф.И.О. обучающегося)

Тема: Золотоносность руд глубочайших горизонтов золото-колчеданно-полиметаллического месторождения Риддер - Сокольное (Рудный Алтай)

Утверждена приказом Ректора Университета №1168-Б от "17" 10 2018 г.

Срок сдачи законченной работы "11" май 2019 г.

Исходные данные к дипломной работе:

Перечень подлежащих разработке в дипломной работе вопросов:

- общие сведения, особенности геологического строения месторождения;
- изучение золотоносности руд глубоких горизонтов золото-колчеданно-полиметаллического месторождения Риддер-Сокольное (Рудный Алтай);
- закключение;

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- геологическая карта района;
- геологическая карта месторождения;

## ГРАФИК

подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю и консультантам	Примечание
Общие сведения и геология месторождения	15.03.19г	
Характеристика оруденения	15.04.19г	
Золотоносность руд глубоких горизонтов Риддер-Сокольного месторождения	15.04.19г	
Особенности золотого оруденения месторождения	15.04.19г	

### Подписи

руководителя и нормоконтролера на законченную дипломную работу

Наименования разделов	Научный руководитель, консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
1. Геологическое строение месторождения	лек. К.Ш. Дюсембаева	15.03.2019	
2 Геолого-методическая часть	лек. К.Ш. Дюсембаева	15.04.2019	
5 Нормоконтроль	Лектор К.О. Ибраев	06.05.2019	

Дата выдачи задания « 25 » февраля 2019 г

Заведующий кафедрой  А.А. Бекботаева

Руководитель работы  К.Ш. Дюсембаева

Задание принял к исполнению студент  Е.Е. Дуйсембаев

Дата « 25 » февраля 2019 г

## АҢДАТПА

Риддер – Сокольный кенорындағы терең горизонттардың шоғырланған рудалар алтын-сульфидті-кварцты-желілі рудалануға бай. Алтын үшін негізгі парагенетикалық минералдық ассоциация бөлінген, оның ішінде негізгісі көне алтын-галенит-теллуридті ассоциация. Алтынның таралуы негізінен сульфидтер және кварцтарда байқалған. Қазақстанда бұрын кездеспеген минералдар Риддер-Сокольный кенорында алғаш анықталған.

## АННОТАЦИЯ

Изучен вещественный состав глубоких горизонтов месторождения Риддер-Сокольного. Руды, которые слагают залежи глубоких горизонтов сложены богатым золото-сульфидно-кварцево-жильным оруденением. Для золота выделены основные парагенетические минеральные ассоциации, среди которых главной является поздняя золото-галенит-теллуридная ассоциация. Показано распределение в сульфидах и кварце золота, его пробность и размерность. Выявлены минералы впервые открытые на месторождении Риддер-Сокольном и впервые на территории Казахстана.

## ANNOTATION

Material composition of deep horizons of the Rydder-Sokolney deposit is studied. Ores composing the beds of deep horizons are built by rich gold-sulfide-quartz-seam mineralization. The basic paragenetic mineral associations have been selected for the gold, and among them the main is the late gold -galena-telluride association. Distribution of gold in main sulfides and quartz, also the purity of gold and dimension are shown. There are minerals first opened on the Rydder-Sokolney deposit and first in Kazakhstan.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ВВЕДЕНИЕ

1	Основные черты геологии и металлогении Рудноалтайского пояса	9
1.1	Рудноалтайский медно-полиметаллический пояс	9
1.2	Краткая геологическая характеристика месторождения	10
2	Краткая характеристика оруденения	12
2.1	Типы руд верхних горизонтов	12
2.2	Рудообразующие сульфиды и сопутствующие элементы верхних горизонтов	14
2.3	Текстуры и структуры руд верхних горизонтов	16
3	Золотоносность руд глубоких горизонтов Риддер-Сокольного месторождения	19
3.1	Главные и редкие рудообразующие минералы	19
3.2	Золото и серебро в рудах глубоких горизонтов	23
4	Особенности золотого оруденения месторождения	27

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### ПРИЛОЖЕНИЯ

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность** работы заключается в том, что добыча золота на должном для Казахстана уровне определяет его место на мировом рынке и требует в соответствии с этим увеличения запасов золота. Рассматриваемое в дипломной работе Риддер-Сокольное месторождение в Восточном Казахстане относится к золото-сульфидному типу, на долю которого приходится 30% добываемого благородного металла. Этот объект относится к крупным и является опорным для своего региона. С глубиной на Риддер-Сокольном месторождении значительно увеличивается золотоносность, по сравнению с верхними горизонтами.

**Цель** дипломной работы - изучить повышенные концентрации золота в рудах глубоких горизонтах Риддер-Сокольного месторождения (Быструшинская, Южный фланг Быструшинской, Победа, III-Юго-Западная) и выявить продуктивные парагенетические ассоциации.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- 1) исследование вещественного состава руд;
- 2) выделение типов руд и слагающих их парагенетических минеральных ассоциаций;
- 3) изучение главных рудообразующих сульфидов, их особенностей и форм вхождения в них элементов спутников;
- 4) выявление закономерностей распределения золота и серебра в рудах и формы их нахождения;
- 5) изучение особенностей золотого оруденения месторождения

Работа выполнена на материале, собранном при прохождении производственной практики на объекте. Визуально были изучены руды, отобранные из глубоких горизонтов месторождения Риддер-Сокольное. Микроскопически исследованы руды из залежей Быструшинская, Южный фланг Быструшинской, Победа, III-Юго-Западная.

Выполнен комплекс аналитических исследований: спектральный анализ для выявления элементов-примесей, микронзондовый для диагностики редких минералов и определения пробности.

Для определения размерности тонкодисперсного золота использован высокоразрешающий микроскоп фирмы «Карл Цейс» – Axioskop 40 Pol с увеличением в 1000 раз, а также микронзонд и растровый электронный микроскоп.

Все фотографии главных рудообразующих сульфидов и кварца с золотом, а также редких минералов теллуридов выполнены с помощью микроскопа «Карл Цейс» – Axioskop 40 Pol.

## **1 Основные черты геологии и металлогении Рудноалтайского пояса**

По геотектоническому районированию геологическая структура Большого Алтая (БА), входит в состав Центрально-Азиатского или Казахско-Охотского подвижного пояса. В его пределах рассматриваемая территория находится в северо-западной части Алтае-Алашаньской мобильной зоны в форме дуги, которая огибает с юга Сибирскую платформу и прослеживается в Китай и Южную Монголию. Территория БА занимает геоструктуры Западной Калбы, Калба-Нарыма, Рудного Алтая, Жарма-Саура и рядом находящиеся участки России и Китая (Приложение А. Карта 4). Границы этой структуры северо-западные глубинные разломы: на северо-востоке Локтевско-Караиртышский глубинный разлом разделяет структуру БА от Китайского Алтая и Горного, на юго-западе по Чингиз-Саурскому разлому она граничит с Чингиз-Тарбагатайским поясом. Протяженность этих структур более 1000 километров при ширине 300 километров. [1]

По металлогеническому районированию внутри этой структуры различаются четыре рудных пояса (Приложение А. Рисунок 4):

- 1) медно-полиметаллический Рудноалтайский (Cu, Fe, Mn, Zn, Pb, Ag, Au и др.)
- 2) редкометальный Калба-Нарымский (Be, Ta, Li, Nb, Cs, W, Sn,).
- 3) золоторудный Западно-Калбинский (As, Au, Sb, Ag,).
- 4) многометальный Жарма-Саурский (Co, Cr, Cu, Ni, Hg, Au, TR, Mo, W).

Золото распространено во всех выделенных структурах, однако пояса, в которых находятся крупные промышленные месторождения золота - Рудноалтайский (РА) и Западно-Калбинский (ЗК).

### **1.1 Рудноалтайский медно-полиметаллический пояс**

Рудноалтайский пояс объединяет промышленные месторождения, сформированные в борту континентальной окраины Горного Алтая в рифтогенной и островодужной обстановках (D1e- D3fml). Месторождения характеризуются богатыми комплексными рудами (Pt, Cu, Au, Pb, Ag, Zn, и тд.), генетически связанными с группой базальт-андезит-риолитовых формаций, дифференцированных и контрастного ряда. Устанавливается концентрация оруденения на нескольких рудоносных стратиграфических уровнях: эмс-эйфельском, эмском, эйфель-живетском, фран-фаменском и живетском (Приложение Б. Таблица 1). Модель рудообразования отражает генетическую связь медно-полиметаллических месторождений с девонским вулканизмом, многостадийность процесса рудообразования и многостадийность распределения оруденения в этих зонах, рудных полях (с размахом руд по вертикали до 1000-1500 метров).

Наиболее рудоносными являются вулканогенно-рудные центры кольцевого строения, вулканические купола, синвулканические разломы,

пересекающиеся узлы дизъюнктивов разных направлений, горизонты глинисто-углистых и известковистых сланцев и так далее [2-5].

Рудноалтайский тип колчеданных месторождений по-прежнему занимает ведущее место в общих золотых ресурсах Восточного Казахстана [6-7].

## 1.2 Краткая геологическая характеристика месторождения

Риддер-Сокольное месторождение находится в *Лениногорском рудном поле*, расположенное в восточной части Рудного Алтая на стыке двух региональных структур - каледонид Алтайско-Саянской складчатой зоны и герцинид Юго-Западного Алтая (Приложение А. Карта 5-6). Рудное поле сложено ранне- и среднедевонскими вулканогенно-осадочными отложениями, прорванными магматическими породами различного возраста и состава. Раннедевонские породы заводской свиты, развиты в северной части рудного поля, где они надвинуты на рудовмещающие отложения и представлены серицит-хлоритовыми и хлорит-карбонатными сланцами и филлитами. Рудовмещающие отложения относятся к эмс-раннеживетскому возрасту и расчленены на четыре свиты (снизу вверх): лениногорскую, крюковскую, ильинскую и сокольную.

Интрузивные и субвулканические образования кислого и основного состава распространены на всей площади участка работ. Гранитоиды Синюшинского массива ( $\gamma D1-2$ ) выведены на эрозионный срез в северозападной части площади. Они представлены краевой частью массива, в составе которой преобладают плагиограниты и гранодиориты, биотитовые граниты серой, розовато-серой окраски, среднезернистой или порфировидной структуры.

Субвулканические образования по составу представлены телами кислого и основного состава. Кислые субвулканические тела ранне- и среднедевонского возраста распространены большей частью в пределах разрезов лениногорской и сокольской свит, реже отмечаются в крюковской и ильинской свитах. Они представлены кварцевыми альбитофирами, фельзитовидными афировыми альбитофирами и липарито-дацитами.

Субвулканические образования основного состава представлены андезито-базальтовыми порфиритами ( $\alpha\beta\tau D1-2$ ) массивной или миндалекаменной текстуры, мелкокристаллической или порфировой структуры.

В пределах изучаемых участков так, как и на рудных участках, неравномерно и интенсивно проявлены метаморфические изменения вулканогенно-осадочных пород.

Процессы регионального метаморфизма более заметны в разрезе вулканогенных отложений среднего и основного состава (ильинская свита) и выражены в альбитизации полевых шпатов, разложении темноцветных

минералов с образованием альбит-эпидот-хлорит-карбонат-лейкоксен-пиритовой низкотемпературной ассоциации.

Контактовый метаморфизм отмечен на контактах нижекарбонных интрузий порфиритов с вмещающими осадочными отложениями сокольней свиты в виде осветления и частичной перекристаллизации пород, с проявлением узловато-пятнистых текстур и новообразований хлорита, эпидота, актинолита, альбита. Зоны контактовых роговиков имеют незначительную мощность – от 0,1-0,3м до 2-3м.

Гидротермально-осадочные образования отмечены преимущественно в отложениях ильинской, реже крюковской и сокольней свит и имеют локальный характер. Представлены они колломорфным кремнистым веществом с примесью пелитового, алевроитового и псаммитового материала, включающего линзы, пятна и полосы, сложенные мелкочешуйчатым агрегатом хлорита и серицита.

Гидротермально-метасоматические образования носят как площадной, так локальный характер и наиболее широко развиты среди отложений крюковской свиты в её верхней и средней частях.

Метасоматоз это когда происходит замещение (полное или частичное) первичных минералов с сохранением их текстур и структур.

## **2 Краткая характеристика оруденения**

Риддер-Сокольное месторождение относится к крупным. Многие исследователи занимались изучением данного месторождения и его руд. На месторождении отработаны верхние горизонты. Рудный участок месторождения находится в центральной части Синюшинского антиклинория, в опущенном тектоническом блоке отложений среднего девона. На востоке и западе оно ограничено Кедровско-Бутачихинской и Успенско-Карелинской зонами смятия, а с юга и севера Синюшинским и Ивановским гранитоидными массивами.

Большая часть полиметаллических руд месторождения расположена в так называемом верхнем «критическом» горизонте, который относится к кремнистым породам (микрокварцитов) крюковской свиты среднедевонской системы (эйфель), экранируемом алевролитовой пачкой. На этом горизонте оруденение представлено недалеко к пластам либо линзообразными рудными телами, которые залегают параллельно с вмещающими отложениями и относятся к структурам в виде куполов. Рудные тела образуют густо вкрапленные руды и сплошными послойными рудами, которые сменяются на глубину штокверковыми в силицитах. Они же, сменяются зоной, в которой развиты крупные кварцевые и карбонатно-кварцевые жилы со скудным полиметаллическим оруденением, но обогащенных золотом, сосредоточение которого время от времени представляют самостоятельное промышленное значение. Послойные руды, которые развиты в висячем боку рудных тел нередко венчаются в верхней части куполом барит-кварцевых пород.

Нижний «критический» горизонт оруденения также выделяется на месторождении, которое развито в центре Лениногорского рудного поля. В данном горизонте, находящимся на контакте Лениногорской и Крюковской свит, представленных соответственно кремнисто-углеродистыми алевропелитами и агломератовыми туфами, руды размещены в контактовой зоне. Оруденение на этом горизонте прожилково-штокверковое. Встречаются и мощные (до 2–5 м) жилы непрерывных руд. На данном горизонте рудная залежь имеет форму близкую к пластообразной и согласное залегание при секущем расположении слагающих ее жил и прожилков.

### **2.1 Типы руд верхних горизонтов**

Руды данного месторождения считаются полиметаллическими с завышенным содержанием серебра и золота. По условиям отложения руд на месторождении различаются 3 природных вида руд: гидротермально-осадочные, гидротермально-метасоматические, жильные гидротермальные, которые в свою очередь зависят от процентного соотношения сульфидных и нерудных минералов подразделяются на прожилково-вкрапленные и массивные. Отличия

качественных характеристик сплошных и вкрапленных руд заключаются в соотношении количества свинца, цинка, меди и золота. Согласно соотношениям цветных металлов руды подразделяются на однокомпонентные, двух- и трехкомпонентные. В свою очередь последние руды называются полиметаллическими. При невысоких содержаниях или отсутствии цветных металлов, однако, огромных концентрациях золота, выделяются золотосодержащие (флюсовые) руды.

Свойственной особенностью руд данного месторождения считается их повышенная золотоносность и ясно проявленная неповторяющаяся минералогическая зональность разных типов оруденения. Как было отмечено, большая доля промышленного оруденения стремится к двум главным продуктивным горизонтам: верхнему полиметаллическому, свинцово-цинковому и нижнему медно-цинковому.

В залежах изучаемых нами, на нижних горизонтах, в основном развиты золотосодержащие полиметаллические и собственно золото-кварцево-сульфидные разновидности оруденения.

Серно-колчеданная минерализация представлена аутигенным и метасоматическим пиритом. Аутигенный пирит можно встретить везде, однако более он развит в тёмно-серых алевропеллитах крюковской свиты и образует послойную вкрапленность разнообразной интенсивности, слойки, линзовидные скопления. Попутные минералы представлены фенгитом, доломитом. Можно встретить единичные зерна сфалерита и халькопирита.

Пирит метасоматический формируется и развивается в боковых породах, при зольбандовых зонах медно-цинковых и медных жил в виде вкрапленности и прожилок, мощностью до одного см, подлечивает трещинки брекчирования в микрокварцитах. Примерные габариты зерен от сотых долей мм до 1 см. Минерализация представлена корундофиллит-кварц-пиритовой ассоциацией. Редкие минералы предоставленной ассоциации это рутил, халькопирит, сфалерит, фенгит, серицит, доломит. У них текстуры могут быть брекчивой, вкрапленной.

По соответствию цинка, меди и свинца золото-кварц-сульфидные руды можно разделить на золото-полиметаллические и золото-кварцево-медные, а малосульфидные разности можно отнести к золото-кварцевому виду. Наиболее распространенной и золотоносной считаются золото-кварц-полиметаллические руды.

Кварц является главным минералом данного оруденения, он имеет различные оттенки и структуры, в меньшей степени развиты серицит, карбонаты, гематит, фенгит, хлорит которые образуют вкрапленность, полосы, жилки, гнезда, в кварце. Главные минералы (рудные) занимают от 1 по 20% жильной массы и представлены в основном пиритом, халькопиритом, сфалеритом, галенитом. Второстепенную роль играют блеклые руды, электрум,

самородное золото. Минералами - спутниками осматриваемого вида оруденения являются бурнонит, теллуриды, самородный висмут.

## **2.2 Рудообразующие сульфиды и сопутствующие элементы верхних горизонтов**

Основные черты геологического строения и особенности оруденения данного месторождения говорят о его полигенном и полихронном характере.

Состав руд месторождения отличается от руд других полиметаллических месторождений высоким содержанием золота и серебра и множеством генетических типов. Разнообразные типы руд различаются в основном соотношением главных рудных и нерудных минералов: барита, сфалерита, фенгита, галенита, пирита, халькопирита, кварца, карбоната, серицита.

**Сфалерит** - наиболее распространенный минерал в рудах Риддер-Сокольного месторождения, в котором установлены: железо (от десятых долей до 2,3%), кадмий (0,16-0,7%), висмут (тысячные доли %), селен (0,0007-0,01%), теллур (0,0003-0,001%), серебро (0,0003-0,001%), марганец (сл.-0,7%), таллий (сл.-0,01%), кобальт (сл.-0,02%), спорадические - золото, германий. Максимальные количества селена, теллура и висмута характерны для сфалерита из медных руд (0,01, 0,001 и 0,0012%), минимальные - в минерале слоистых руд.

**Галенит** – главный минерал в полиметаллических и свинцово-цинковых рудах месторождения. По результатам спектральных анализов галенит по сравнению с другими минералами наиболее обогащен серебром (0,01-0,29%), висмутом (0,00060,047%), селеном (0,0008-0,08%), теллуrom (0,0006-0,014%). Наибольшее количество серебра установлено в галенитах слоистых, медно-цинковых и золотосодержащих руд; висмута, селена, теллура много в галените медноцинковых, барит-полиметаллических и сульфидно-серицитовых руд.

**Халькопирит** - главный рудный минерал нижнего продуктивного уровня. В халькопирите присутствуют: висмут (0,0001-0,019%), селен (0-0,19%), теллур (0-0,03%), серебро (0,001-0,019%), марганец (0,001-0,02%); в медных рудах - молибден (сл.-0,002%), спорадически - таллий (0,0001-0,0007%), индий (0,001-0,002%), ртуть (0,00005-0,0000934%), золото (0,05-5,0 г/т) и др. Висмут, селен и теллур в халькопиритах стремятся преимущественно к нижнему уровню оруденения.

**Пирит** - «сквозной» минерал на месторождении. Он встречается во всех типах руд, хотя в целом развит довольно незначительно, является главным рудным минералом в жильных и прожилково-вкрапленных серно- и медноколчеданных рудах, второстепенным - в слоистых и прожилково-вкрапленных полиметаллических, медных рудах. Из элементов-примесей для пирита характерны: серебро (первые г/т), висмут, селен, теллур (десятичные доли % в свинцово-цинковых и сотые-тысячные доли % в медно-цинковых рудах).

**Блеклая руда** - редкий минерал на месторождении. По данным И. В. Покровской и Б. И. Вейц, состав блеклых руд колеблется в пределах (%): Cu - 30,27-37,8; Fe - 1,1-5,7; Zn - 4,9-7,94; Cd - 0,08-1,7; Sb - 13,99-29,25; Ag - 0,429,36; S - 23,6-26,8. В верхней части месторождения преобладают тетраэдриты с высоким содержанием серебра (1,9-3,52%) и цинка (4,9-7,9%), на глубине - цинк- и железосодержащие тетраэдриты. По спектральным анализам в блеклых рудах установлены: золото (0,0010,009%), кадмий (0,002-0,2%), ртуть (сл.-0,03%), марганец(0,003-0,007%).

Руды месторождения наряду с золотом, серебром, кадмием, селеном, теллуrom содержат также мышьяк, сурьму, ртуть, германий, молибден, галлий, таллий, индий кобальт, никель, рений, висмут.

**Золото** – главный ценный компонент встречается во всех типах руд месторождения, но больше всего распространено в барит-полиметаллических разностях и в малосульфидных золотосодержащих кварцевых жилах. Основная масса золота находится в свободном состоянии в самородном виде и лишь небольшое его количество развито в составе электрума, силванита и калаверита. Концентраторы золота - халькопирит, тетраэдрит, сфалерит, галенит, пирит. С сульфидами золото встречается как в самих рудных минералах в виде маленьких зёрен неправильной формы и каплевидных включений, так и выполняет межзерновые пространства, образуя петельчатые скопления или же тонкие зёрнышки и жилки нитевидной формы, которые нередко концентрируются по периферии зёрен сульфидов.

Отличительной особенностью золотосодержащих сульфидных ассоциаций считается плотная парагенетическая связь теллуридами свинца и висмута с самородным золотом. Установлена особо тесная связь золота с кварцем, подвергнутому в различной степени бластезу. Золото в рудах отлагалось совместно с серебром, поэтому корреляционные связи этих компонентов руд положительные и довольно устойчивые. Проведённый анализ распределения золота по падению и простиранию рудных жил показывает о необычайно изменчивом распределении металла в пространстве. Размер выделений золота колеблется от первых микрон до 0,012-0,12мм. Сравнительно крупное (0,01-0,05мм) золото характерно для сульфидных жильных руд, где имеет связь с главными сульфидными минералами. В сульфидных, в основном кварцевых рудах выделяется тонкозернистое (0,007-0,02мм) и дисперсное золото, которое можно установить только электронной микроскопией в лабораториях.

### **2.3 Текстуры и структуры руд верхних горизонтов**

Руды, в которых рассматривали залежи данного месторождения сформированы в основном за счет заполнения различных по размерам и форме крутопадающих трещин зон дробления, в маленькой степени полостей и иногда

метасоматического развития в боковых породах. Тектурный облик данных руд обусловлен способом отложения. Маленькие трещинки в основном беспорядочно или чередуясь заполнены нерудными минералами и рудными, а в наиболее крупных, по жильному выполнению различаются брекчиевидные, полосчатые, прожилковые и пятнистые (гнездовые) вкрапленные, петельчатые текстуры.

Руды, которые слагают залежи глубочайших горизонтов предоставленного месторождения относятся к 1-му технологическому сорту -золотосодержащему сульфидно-жильному (сульфидно-кварц- серицитовые, сульфидно-кварцевые, сульфидно-кварц-карбонатные жилы). Крайние в собственную очередь в зависимости от концентраций сульфидов отличаются в минеральные подтипы руд: медноколчеданные и медные; колчеданно-медно-цинковые; колчеданно-полиметаллические; свинцово-цинковые и цинковые; ничтожная вкрапленность сульфидов.

Сульфидные выделения во всех указанных минеральных подтипах руд в основном воссоздают гнездово-вкрапленные и вкрапленные текстуры, полосчатые, брекчиевые текстуры встречаются крайне редко.

В медных рудах и медноколчеданных это вкрапленность халькопирита и пирита в свободном виде и в кварце в сростании друг с другом, хлорите, карбонате, сериците (0,01-0,4 мм до 1-2 мм).

Гнезда клейофана и халькопирита в колчеданно-медно-цинковых рудах достигают размера до 1 см; до 2-2,5 см гнезда халькопирит-сфалеритовые. Известно, что между гнезд развивается мелкозернистая и тонкая вкрапленность сульфидов - от 0,01 до 0,5 мм (галенит, халькопирит, пирит, сфалерит) в карбонате, кварце, сериците.

Гнезда клейофана в колчеданно-полиметаллических рудах могут до 1 см и в кварце, карбонате, сериците вкрапленность сульфидов достигает 0,01- 0,5 мм (пирит, галенит, халькопирит), в сростании друг с другом и в свободном виде. Можно отметить гнезда халькопирит-галенит-сфалеритового и галенит-сфалеритового состава размером до 5-6 мм.

В свинцово-цинковых рудах гнезда пирит-сфалерит-галенитового состава (до 1 см); значительно галенитовые до 5 мм. Можно заметить мелкую вкрапленность галенита и сфалерита в жильном материале (0,02-0,3 мм)

Полосчатая текстура, встречающаяся очень редко создается чередованием в основном кварцевых в виде полосных обособлений с вкрапленностью сульфидов с полосовидными обособлениями клейофана мощностью до 3-4 миллиметров и густой вкрапленностью сульфидов в виде полосок значительно в карбонате.

Брекчиевая текстура воздается за счет цементирования мелкозернистой и тонкой сульфидно-карбонатной массой (сфалерит, пирит, халькопирит) крупных гнезд клейофана и пирит-халькопиритовых агрегатов, можно заметить обломки алевропелита.

Можно встретить также сплошные прожилки в жильном материале-свинцово-цинковые, значительно цинковые и значительно свинцовые.

Такие структуры как аллотриоморфнозернистые и гипидиоморфнозернистые характерны для вкрапленных и гнездово-вкрапленных руд. Первая структура характерна всем подтипам руд. Она выделяется срастанием зерен неправильной формы халькопирита, сфалерита, блеклой руды, галенита. Она характерна и для внутреннего строения этих минералов. Вторая структура также свойственна всем подтипам руд. Она обусловлена идиоморфизмом пирита по отношению к сфалериту, халькопириту и галениту. Петельчатая и интерстициальная структуры образуются при выделении поздних сульфидов между зернами более ранних, а также нерудных минералов. Халькопирит в медно-колчеданных рудах, формируется между зернами пирита. В колчеданно-медно-цинковых и колчеданно-полиметаллических рудах галенит, сфалерит и блеклая руда выделяются в промежутках зерен пирита; халькопирит и галенит выполняет межзерновые пространства в клейофане. Петельчатые и интерстициальные структуры встречаются в нерудной части. В основном это халькопирит и галенит в кварце и доломите. Их взаимоотношения показывают на их близко одновременное выделение. Имеют место в рудах структуры распада твердого раствора. Это эмульсионная структура распада твердого раствора халькопирита в сфалерите. Часто встречается пойкилитовая структура для пирита, которое содержит захваченные в процессе перекристаллизации мелкие включения кварца, блеклой руды, галенита, халькопирита, сфалерита. Коррозионная структура была выделена для сфалерита разъедающего халькопирит и галенита разъедающего сфалерит.

Каемочная структура образуется в результате последовательного выделения сульфидов. Более поздние по времени выделения халькопирит, галенит и реже блеклая руда, часто совместно нарастают на выделения сфалерита образуя прерывистые, невыдержанные по мощности каемки, внедряются в его контуры короткими прожилками и струйчатыми образованиями. Большинство выделений золота среди сфалерита приурочено к этим прожилкам и струйкам.

Интерстициальная и петельчатая структуры выражают срастания сульфидов (галенита и реже сфалерита, халькопирита) с пиритом и нерудными минералами. Широко распространены тонкие интерстициальные сростки галенита и халькопирита в кварце и реже карбонатах обычно они переходят в петельчатые образования. Формируются эти структуры вблизи более крупных обособлений сульфидов.

На этом месторождении не пользуются широким развитием метаколоидные структуры и обычно они свойственны для пирита, который образует различные образования с разной степенью кристаллизации. А широкое развитие среди халькопирита получили атоллоидные образования пирита. В

них центральные части часто заполнены галенитом либо карбонатом. Нередко к таким образованиям принадлежит золото.

### 3 Золотоносность руд глубоких горизонтов Риддер-Сокольного месторождения

#### 3.1 Главные и редкие рудообразующие минералы

Микроскопическое изучение обрабатываемых в настоящее время руд глубоких горизонтов (Быструшинская, Южный фланг Быструшинской, Победа, III-Юго-Западная – 14, 15, 16, 17 залежи), показывает, что они сложены богатым золото-сульфидно-кварцево-жильным оруденением, которое связано с поздним этапом, оторванным во времени от полиметаллического (верхние горизонты).

**Руды** - богатые золото-сульфидно-кварцево-жильные. Проявлены два типа золотого оруденения: 1) золото с сульфидами; 2) золото свободное в кварце, редко сериците и хлорите.

**Главные рудообразующие минералы** – сфалерит, халькопирит, галенит. Нерудные главные минералы - кварц, доломит, серицит. Золото в рудах «сквозное», которое отлагалось множество раз. Оно встречается во всех главных сульфидах, кварце, карбонате, хлорите и сериците (Приложение Б. Таблица 2).

Ранние результаты микроскопических исследований руд указывают, что в залежах глубоких горизонтов месторождения пирит занимает не такое значение в сравнении с верхними горизонтами данного месторождения.

Парагенетические ассоциации золота: золото-пирит-кварцевая; золото-халькопирит-кварц-серицитовая; золото-сфалерит-тетраэдрит-сульфосольно-халькопирит-кварцевая; галенит-золото-теллуридная; золото-теллуридная.

**Микропарагенезисы золота** – редкие микроминералы, входящие в состав следующих парагенетических ассоциаций: золото-сфалерит-тетраэдрит-сульфосольно-халькопирит-кварцевую; галенит-золото-теллуридную; золото-теллуридную. Микрорентгено спектральным зондовым анализом в них выявлены самородные: золото самородное, электрум, висмут самородный –  $\text{Bi}$ ; теллуриды серебра: гессит –  $\text{Ag}_2\text{Te}$ ; сульфотеллуриды висмута(свинца): тетрадимит –  $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$ , теллурожозеит –  $\text{Bi}_4\text{Te}_2\text{S}$ , алексит –  $\text{PbBi}_2\text{Te}_2\text{S}_2$ ; теллуриды висмута: теллуровисмутит –  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ , пильзенит –  $\text{Bi}_4\text{Te}_3$ , хедлейит –  $\text{Bi}_2\text{Te}$ ; сульфиды свинца-висмута и сульфосоли свинца-сурьмы с медью: бурсаит –  $\text{Pb}_5\text{Bi}_4\text{S}_{11}$ , бурнонит –  $\text{PbCuSbS}_3$ . Состав и формулы минералов соответствуют теоретическим [9]. Среди выше указанных минералов теллурожозеит, бурнонит и хедлейит впервые обнаружены на территории Риддер-Сокольного месторождения; теллурожозеит, алексит, пильзенит впервые на Риддер-Сокольном месторождении и впервые на территории Казахстана [10].

**Золото-сфалерит-тетраэдрит-халькопирит-кварцевой ассоциацией** сложены вкрапленные и гнездово-вкрапленные колчеданно-медно-цинковые и колчеданно-полиметаллические руды. К микроминералам в данной ассоциации

относится тетраэдрит, сурьмяная свинцово-медная сульфосоли бурнонит и висмутовый сульфид свинца - бурсаит, который содержит сурьму.

**Тетраэдрит** – встречается в тесном сростании с золотом, халькопиритом и бурнонитом в кварцево-жильной руде с сульфидами.

**Бурнонит** -  $PbCuSbS_3$  наряду с бурсаитом найден в рудах Быструшинской и Южного фланга Быструшинской залежей (кварцевая жила, с вкрапленной медной рудой; кварцевая жила с вкрапленностью сульфидов). Минерал встречается преимущественно в тесном сростании с блеклой рудой и халькопиритом в кварце; содержит мелкие включения галенита. Отмечаются сростки его с блеклой рудой и галенитом в халькопиритовом выделении. Размер выделений бурнонита – 10x30 до 200x500 мкм. В крупных выделениях бурнонита в сростании с блеклой рудой отчетливо виден зеленовато-голубоватый оттенок минерала и сильная анизотропия. Отношения сульфосоли находящейся в сростании с халькопиритом показывают, что она позже по времени образования халькопирита. Она сечет выделения халькопирита.

**Бурсаит** -  $Pb_5Bi_4S_{11}$  довольно часто встречается в рудах Быструшинской, Южного фланга Быструшинской Ш-Юго-Западной залежей (существенно колчеданно-медно-цинковая руда брекчиевой текстуры; вкрапленная существенно медная руда в кварцевой жиле; кварц-серицитовый метасоматит с вкрапленной существенно медной рудой; кварц-доломитовая жила с гнездами существенно свинцово-цинковой руды). В колчеданно-медно-цинковой руде бурсаит в сростании со сфалеритом и халькопиритом развивается между зерен пирита; с включениями золота замечен в сростании с блеклой рудой в халькопирите. Отмечаются крупные выделения минерала в сростании с золотом, галенитом и сфалеритом в халькопиритовом агрегате; здесь она может содержать мелкие включения золота и сфалерита. В кварцевой жиле с медной рудой выделения бурсаита неправильной формы заключены в халькопиритовом агрегате. В кварц-доломитовой жиле с существенно свинцово-цинковой рудой минерал встречается в галените. Размер его выделений – 10x30 до 400x700 мкм. По отражательной способности бурсаит близок к галениту, чуть ниже его.

Для сульфида висмута и свинца – бурсаита, характерна примесь Se -1,60–3,89 % и Ag - 1,93–5,35 %.

**Галенит-золото-теллуридная ассоциация продуктивная**, она наложена на ранние парагенезисы. Золото часто образует сростки с галенитом. Рядом с золотом и галенитом отлагались теллуриды висмута и серебра и сульфотеллуриды висмута (**золото-теллуридная ассоциация**). К микроминералам *Галенит-золото-теллуридной* и *золото-теллуридной ассоциаций* относятся: 1) самородные - висмут; 2) теллуриды серебра – гессит; 3) сульфотеллуриды висмута (свинца) - тетрадимит, теллурожозеит, алексит; 4) теллуриды висмута – теллуровисмутит, пильзенит, хедлейит.

**Висмут самородный** – Bi – по сравнению с гесситом встречается редко. Он найден в рудах Быструшинской залежи (кварцевые и кварц-карбонатные

жилы с вкрапленной существенно медной рудой). Мелкие включения его обнаружены в крупных выделениях халькопирита, иногда в сростании с галенитом. В карбонате обнаружен по краю халькопиритового выделения. Размер- 10 до 30x70 мкм.

Состав висмута самородного следующий (масс %): Bi – 99,21; Pb – 0,63; Ag – 0,16; Сумма – 100. Рассчитанная формула висмута самородного близка к теоретической -  $(\text{Bi}_{0,991}\text{Pb}_{0,006}\text{Ag}_{0,003})_{1,00}$ .

**Висмутин** –  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  – обнаружен в рудах Быструшинской и Южного фланга Быструшинской залежей (кварцевые и кварц-карбонатные жилы с вкрапленной сульфидной рудой). Минерал найден в массе галенита в виде пластинчатых, игольчатых вкраплений. Висмутин гораздо шире распространен. Из-за того, что висмутин близок по отражению к галениту, он сливается с ним и практически невидим в его массе. Он выделяется лишь только в скрещенных николях благодаря анизотропии. Пластинки и иголки висмутина имеют размер 7x30 до 20x200 мкм.

**Теллурид серебра гессит** -  $\text{Ag}_2\text{Te}$  довольно часто встречается в рудах Быструшинской залежи, обнаружен в рудах залежи Победа (кварцевые жилы, кварц-серицитовые метасоматиты с вкрапленностью сульфидов или вкрапленными рудами – медноколчеданными, полиметаллическими). Минерал встречается в виде мелких включений (7 – 10x40 мкм) в галените, халькопирите, в зернах пирита. Он образует сростки с мелкими выделениями галенита; с висмутом самородным и галенитом в халькопиритовом агрегате; в сростании с халькопиритом в галенитовых образованиях. Отмечаются сростки его с золотом и галенитом в метасоматите. Минерал грязно-розовато-сероватого цвета со слабой анизотропией (Приложение В. Рисунок 6-10).

Состав теллурида серебра гессита следующий (масс %): Ag – 62,77; Te – 37,23; Сумма – 100. Рассчитанная формула гессита соответствует теоретической -  $\text{Ag}_2\text{Te}$ .

**Тетрадимит** -  $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$  довольно часто встречается в рудах Быструшинской и III-Юго-Западной залежей, особенно в Быструшинской (сплошная колчеданно-медно-цинковая руда, кварцевая жила, хлоритизированная с небольшим количеством карбоната и гнездово-вкрапленной существенно медной рудой; кварц-серицитовом метасоматите с вкрапленностью сульфидов). Минерал тесно связан с галенитом. Пластинки тетрадимита обособленно и в тесном сростании с галенитом; с золотом, сфалеритом и галенитом встречаются в халькопиритовых выделениях. Включения минерала отмечаются в самом галените, и в золоте обособленно и в сростании с галенитом, заключенных в халькопиритовом выделении. В массе кварца тетрадимит встречается в сростании с золотом, халькопиритом, сфалеритом, галенитом. Его можно встретить и среди кварц-карбонатного агрегата в ассоциации с галенитом и золотом. Тетрадимит также в виде тонких прожилочков развивается в сериците и в виде каемок вокруг халькопиритового агрегата. С редким минералом

жозеитом тетрадимит обнаружен в массе кварца в сростании с халькопиритом; с пильзенитом, золотом и галенитом в кварц-серицитовой массе. Пластинки его ассоциируют с бурсаитом, сфалеритом и халькопиритом в галенитовых выделениях. Взаимоотношения его с галенитом, халькопиритом и золотом показывают, что он более поздний. Пластинки тетрадимита отчетливо занимают секущее положение по отношению к выделениям галенита и золота. Размер зерен минерала -  $7 \times 20$  -  $40 \times 100$  мкм;  $70 \times 700$  –  $100 \times 500$  мкм.

**Теллуροжозеит** – обнаружен в сростании с тетрадимитом и халькопиритом в кварце.

**Жозеит** –  $\text{Bi}_4\text{Te}_2\text{S}$  обнаружен в рудах Быструшинской и III-Юго-Западной залежей (сплошная полиметаллическая руда с гнездами кварца; кварцевая жила серо-белого цвета, хлоритизированная с небольшим количеством карбоната и гнездово-вкрапленной медной рудой). Он так же, как и тетрадимит тесно связан с галенитом. Это тончайшие, игольчатые, пластинчатые разно ориентированные выделения в массе галенита. Размер зерен  $3 \times 10$ ;  $7 \times 30$ ;  $7 \times 100$ ;  $30 \times 100$ ;  $20 \times 200$ ;  $70 \times 200$  мкм. Встречается также он в сростании с галенитом в массе халькопирита. По отношению к галениту он более поздний, пластинки его секут галенитовые выделения, находящиеся в сростании с мелким золотом. Кроме, того отмечаются сростки его с золотом в массе халькопирита; со сфалеритом и галенитом в халькопирите; с золотом, сфалеритом и галенитом в халькопирите. Мелкие включения жозеита встречаются в выделениях тетрадимита, в сростании с последним и халькопиритом в кварце. По отражательной способности жозеит близок к тетрадимиту, чуть ниже его.

**Алексит** -  $\text{PbBi}_2\text{Te}_2\text{S}_2$  – редкий минерал, обнаружен в кварцевой жиле с вкрапленной сульфидной рудой из залежи Победа. Возможно он распространен шире. Он очень похож на тетрадимит и теллуровисмутит и может легко пропускаться. Алексит обнаружен в сростании с золотом в кварце. Цвет его белый со слабым кремово-зеленоватым или желтовато-кремовым оттенком. Двухотражает заметно в зернистых агрегатах, умеренно анизотропен.

**Теллуровисмутит** -  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  встречается в рудах преимущественно Быструшинской залежи (сплошная существенно медно-колчеданная, полиметаллическая руда; кварцевая жила с вкрапленностью сульфидов; кварц-серицитовый метасоматит с вкрапленной полиметаллической, существенно цинковой рудой). Выделения минерала удлиненной формы отмечаются в сростании с золотом и пиритом в халькопиритовом агрегате; в зерне пирита в сростании с мелкими включениями галенита; в массе кварца. Во вкрапленной полиметаллической, существенно цинковой руде в кварц-серициновом метасоматите теллуровисмутит в основном встречается в сфалеритовой массе в сростании с золотом, халькопиритом, пиритом; в сростании с золотом и халькопиритом; в сростании с золотом порядка 20 выделений. Размер выделений теллуровисмутита -  $7 \times 20$  до  $20 \times 170$  мкм.

**Пильзенит** -  $\text{Bi}_4\text{Te}_3$  встречается значительно реже, чем тетрадимит и теллуровисмутит. Выделения минерала обнаружены в ассоциации с тетрадимитом и теллуровисмутитом в рудах Быструшинской залежи (кварц-серицитовый метасоматит с вкрапленной полиметаллической, существенно цинковой рудой). Пильзенит развивается по краю пирит-халькопиритового агрегата в тесном сростании с тетрадимитом и золотом. Включения его отмечаются в тетрадимите и имеют размер – 20x40 до 50x150 мкм и наоборот включения тетрадимита (10x50 мкм и мельче) и золота (7-10 мкм) отмечаются в пильзените. Пильзенит в сростании с тетрадимитом, золотом и галенитом в виде вкрапленности кварц-серицитовой массе.

**Хедлейит** -  $\text{Bi}_2\text{Te}$  - редкий минерал и обнаружен в рудах Быструшинской и III-Юго-Западной залежей (сплошная полиметаллическая руда с гнездами кварца; сплошная полиметаллическая, существенно медно-колчеданная руда; вкрапленность сульфидов в кварц-серицитовом метасоматите). В сплошных рудах он встречен в халькопиритовом агрегате в сростании с галенитом и сфалеритом. Зерна хедлейита неправильной, пластинчатой формы имеют размеры - 7x40 до 50x100 мкм. В сростании с галенитом и золотом встречается в виде вкрапленности в метасоматите.

На рисунках 3-5 (Приложение В) показаны галенит-золото-теллуридная и золото-теллуридная ассоциации.

### **3.2 Золото и серебро в рудах глубоких горизонтов**

Золото и серебро в рудах осаждались неоднократно в процессе формирования золотосодержащих сульфидно-жильных руд. Золото «сквозное» и заключено во всех главных сульфидах, кварце, сериците, хлорите и карбонате (Приложение Б. Таблица 3-6). Несмотря на характерную для рассматриваемого месторождения пространственную совмещенность минеральных ассоциаций, показаны главные минеральные ассоциации (парагенетические) связанные с золотом и серебром: золото-пирит-кварцевая; золото-халькопирит-кварц-серицитовая; золото-сфалерит-тетраэдрит-сульфосольно-халькопирит-кварцевая; галенит-золото-теллуридно-кварцевая и возможно золото-теллуридно-кварцевая; убого-сульфидно-кварц-карбонатная золото-кварцевая (без сульфидная).

Отчетливо видно, что эти ассоциации может сформировать два типа золотоносного оруденения:

1. Золото, связанное с сульфидами, в которых золото находится в главных сульфидах или же располагается с ними в сростании в большей части в кварце, наиболее редко карбонате и реже сериците и хлорите.
2. Золото, которое находится в свободном виде в кварце, пореже хлорите и сериците (без сульфидов). Здесь золото может находиться в кварце

среди сульфидов и на расстоянии от сульфидов в кварце. Чистых кварцевых жил с золотом с присутствием сульфидов не встречено.

**Ранняя золото-пирит-кварцевая ассоциация** сформирована незначительно. Золото в этой ассоциации было встречено с пиритом в кварц-хлоритовой жиле с редкой вкрапленностью сфалерита и халькопирита. Здесь выделены два случая нахождения золота в этой ассоциации. В первом случае золото (0,1) формируется среди тонкодисперсного пиритового прожилка в так называемой пиритовой «рубашке». Во втором случае маленькие зерна золота формируют прожилки вместе с тонкодисперсным золотом.

В Быструшинской залежи детально выражена **Золото-халькопирит-кварц-серицитовая ассоциация**. Данная ассоциация образует гнездово-вкрапленные, вкрапленные значимо медные кварц-серицитовые жилы. Золото находится в гнездах халькопирита в облике точечных включений (от 0,003 до 0,01 мм), также может находиться в сростании с галенитом; совместно с галенитом и сфалеритом может цементировать зерна пирита в крупных образованиях халькопирита; в атоллоидных выделениях пирита находится в сростании с зернами пирита, которые заключены в халькопирите

В образовании вкрапленных и колчеданно полиметаллически-жильных руд, гнездово-вкрапленных колчеданно-медно-цинково-жильных принимает участие **золото-сфалерит-тетраэдрит-халькопирит-кварцевая ассоциация**. Обычно в виде тонких включений. Золото заключается во всех сульфидах ассоциации и кварце (0,001-0,01 мм), выделяются и более крупные (0,04-0,06 до 0,03x0,9 мм). Золото также встречается в гнездах халькопирита и клейофана в сростании с другими сульфидами.

Так в гнездах клейофана можно видеть прожилки золото-халькопирит-галенитового; золото-галенитового, золото-халькопирит-белорудного состава (0,01x0,3мм; 0,02x0,5; 0,07x0,1мм; 0,04x0,3 мм). В халькопиритовых гнездах золото встречается в сростании со сфалеритом; со сфалеритом и галенитом (0,01x0,02 до 0,05x0,08 мм); нередко золото в сростании со сфалеритом и галенитом цементирует зерна пирита; развивается с внутренней и внешней стороны атоллоидного пирита, иногда в сростании со сфалеритом, галенитом и блеклой.

**Самая поздняя среди сульфидов золото-галенит-теллуридная ассоциация** (Приложение В. Рисунок 1-2) хорошо проявлена и наложена на ранние минеральные образования. В Приложении Б, Таблица 7 золото распределено в главных нерудных и сульфидных минералах отчетливо наблюдается два момента: 1) золото особенно часто в них находится в сростании с галенитом; 2) в галените золото отсутствует (кроме Южного фланга Быструшинской залежи). Эти моменты можно считать доказательством их выделения в одно время. Сульфотеллуриды висмута, теллуриды висмута и серебра отлагались близко одновременно с золотом и галенитом или позднее.

В сульфотеллуридах висмута, теллуридах и галенитах, которые находятся в сростании друг с другом содержится примесь Se, а в галените еще примесь Bi. Примесь Se в теллуридах висмута от 0,86 до 5,96 %; в галените Se от 1,35 до 4,05 %; Bi от 1,25 до 3,10 %; Ag мало-от 0,28 до 0,62 %.

**Проба золота** колеблется от 665 до 899, от низкопробного до умеренно-высокопробного, т.е. присутствует самородное золото и электрум (таблица 14) [11]. Принимаемые пределы содержания серебра в электруме в большей мере условны (по А. Кенготу- 15 %, по Дж. Дэна и др.-20 % и более, по В.И. Вернадскому- 30-43 %, по Р. Рамдору- 30-45 %, по справочнику «Минералы»- 10-15 %, в справочнике-определителе рудных минералов в отраженном свете к электруму отнесен минерал с содержанием серебра 30-70 %) [9]. Более низкую пробу имеет золото поздней золото-галенит-теллуридной ассоциации. В самородном золоте из элементов-примесей обнаружены Fe от 0,66 до 1,27 %; Zn- 0,21-0,59 %; Cu- 0,03-2,78 %, представляющие механические примеси, обусловленные захватом при анализе материала вмещающего минерала. Так примеси отсутствуют в золоте, заключенном в кварце, сериците.

**Размер частиц золота.** Важное значение для развития микро- и наноминералогии имеют работы В.Л. Таусона с соавторами [12, 13]. В работе [14] выделены следующие классы золота: пикозолото –288–600 пм; нанозолото – 0,6–250 нм; микроскопическое золото – 0,25–80 мкм; макрозолото – 0.08 мм–1 мм.

Распространенный размер частиц золота в рудах глубоких горизонтов 1-5 мкм до 0,1 мм, редко 0,1-0,8 мм и 1-2 мм. Преобладают частицы золота в сульфидах 0,01-0,05 мм. Более крупное золото обычно в сульфидах, в кварце от 7 мкм - 0,02 мм.

В двух залежах (Южного фланг Быструшинской и III-Юго-Западная) золото в основном тонкодисперсное и находится в свободном виде в кварце (1-10 мкм и меньше 0,1 мкм). В Приложении И показано распределение золота в главных рудообразующих минералах по залежам. В Приложение Л видна тонкая вкрапленность золота в кварце наряду с видимыми, среди которых с помощью микрозонда выявлены частицы золота размером 300 нм. На растровом электронном микроскопе, при больших увеличениях, также удалось увидеть частицы золота в кварце размером до 300 нм (Приложение Л).

Для золота и серебра минеральная форма является основной. Золото самородное и электрум включают оба элемента. В теллуридных соединениях находится небольшая часть золота и серебра. Для золота петцит, для серебра это гессит. Петцит скорее всего присутствует, хоть и не обнаружен. Оптические характеристики петцита близки с галенитом, с ним золото больше всего образует сростки. Минерал легко пропустить.

Для серебра наряду с минеральной формой незначительная часть невидимого серебра входит изоморфно в галенит.

Этими данными подтверждается предположение о тождественности источника рудообразования для всех этапов, источником которого может быть глубинный очаг вулканизма.

#### 4 Особенности золотого оруденения месторождения

На месторождении были выделены следующие стадии минерало- и рудообразования: -дорудная гидротермально-метасоматическая и -рудные Zn-Cu-колчеданная, -полиметаллическая и Ba-Pb-Zn. Минеральный состав и геохимические особенности месторождения рассмотрены в многочисленной литературе. Подчеркнем важную роль золота в рудах (Х.А. Беспаяев, Г.Д. Ганженко, З.И. Темитбулатова и др.). Еще в 1978 году Беспаяевым Х.А., Ковриго О.А. и др. были завершены работы по изучению закономерностей распределения золота и серебра на Риддер-Сокольном месторождении, включая Быструшинскую залежь. Учитывая, что проектируемые участки работ по литолого-структурной локализации оруденения и вещественному составу руд практически аналогичны Быструшинской залежи, можно с уверенностью говорить также об идентичности распространения здесь золота и серебра. Основным природным типом руд Быструшинской залежи являются сульфидные прожилково – гнездово-вкрапленные золотосодержащие халькопирит – галенит - сфалеритовые разности, которые составляют до 89 % от общей массы руд и характеризуются средним соотношением меди, свинца и цинка равным 1: 0,51:1,47. Главные рудные минералы: сфалерит, пирит, галенит, халькопирит, второстепенные - блеклые руды. Из нерудных минералов развиты кварц, карбонат (доломит), серицит, хлорит. Текстуры руд, развитые в кварцитах, брекчиевидно - прожилковые, вкрапленные, гнездовые, брекчиевые.

Из структур широким распространением пользуется аллотриоморфнозернистая (срастание неправильных выделений сфалерита, халькопирита, галенита, пирита и редко блеклой руды), порфириовидная (выделение крупных зерен сфалерита на фоне более мелкозернистой сульфидной массы с серицитом и кварцем) [1-13].

*Сфалерит* вместе с пиритом - главные сульфидные минералы в рудах. Цвет сфалерита от коричнево-бурого до светло-коричневого. Характерной формой выделения его являются порфириовидные зерна, имеющие изометричные и округлые формы размером до 0,5-1 см в диаметре. Вокруг зерен часто развита серицитовая, карбонат - серицитовая, галенит - халькопиритовая кайма. Сфалерит нередко содержит эмульсионную вкрапленность халькопирита, иногда включения галенита.

*Пирит* в своей основной массе развит в виде метакристаллов кубической формы размером от 0,03 до 2 мм с множеством включений других сульфидов. В кварц-сульфидных прожилках он заполняет промежутки между порфиробластами в виде мелких кубиков. Во вмещающих оруденение алевролитах он нередко образует согласные с напластованием слойки мощностью от долей мм до нескольких сантиметров. В слойках он слагает густовкрапленные до сплошных тонкозернистые массы, иногда в ассоциации с долломитом.

*Галенит* совместно со сфалеритом слагает прожилки, гнезда, вкрапленность, образуя петельчатые и субграфические структуры срastания, самостоятельные прожилковидные выделения, выполняет тонкие интерстиции между зернами кварца и карбоната. Размер зерен галенита от 0,03 до 1,5 мм.

*Халькопирит* в рудных прожилках в тесном срastании со сфалеритом и галенитом образует полосы, чередующиеся с карбонатными и кварц-карбонатными. Во вкрапленных рудах он проявлен в виде отдельных неправильных выделений в сфалерите или образует в нем тонкую эмульсионную вкрапленность. Кроме этого, вокруг зерен сфалерита халькопирит совместно с галенитом, а иногда и блеклой рудой создает своеобразную оторочку. Халькопирит нередко образует мономинеральные ветвящиеся прожилки мощностью до 1 см и более [1-13].

*Блеклые руды* встречаются в незначительных количествах в виде неправильных форм выделений, образующих гнезда и секущие жилки, часто совместно с халькопиритом или с галенитом и сфалеритом с весьма сложными структурами срastания и взаимными прорастаниями. По данным Беспяева Х.А., золото на Быструшинской залежи развито в самородном виде, реже в твердых растворах и изоморфной примеси. Видимые минеральные включения золота и серебра не превышают 0,1 – 0,3 мм. Для золота это, в основном, его самородные разновидности и электрум.

*Самородное золото* характерно для всех типов оруденения и особенно для малосульфидных кварцевых жил. Форма золота различная: неправильная, пластинчатая, волосовидная, овальная, изометричная. Размер зерен от 0,001 – 0,005 мм до 3 – 4 мм (преобладающий размер 0,006 – 0,07 мм). Самородное золото встречается в самых различных минералах: кварце, кальците, пирите, сфалерите, халькопирите, галените, блеклой руде, сериците, хлорите. В минералах оно отмечается как по трещинкам, так и в виде овальных выделений, часто располагаясь по зонам роста совместно с галенитом, халькопиритом и другими минералами [1-13].

Золото отлагалось в течение всего рудообразующего этапа. При формировании гидротермально измененных пород оно локализовалось в ранних пирите и арсенопирите. Содержания Au в гидротермалитах 0, n – первые г/т. В колчеданно-полиметаллических телах верхней части рудоносной колонны (Au первые г/т) развиты ассоциации: кальцит-серицит-кварц-сфалерит-галенит-золото-блеклорудная, кварц-барит-кальцит-галенит-золото-халькопиритовая, серицит-доломит-кварц-сфалерит-галенит-халькопирит-пирит-золотая. Руды нижнего медно-цинкового уровня включают золотоносные кварц-пирит-халькопиритовую, халькопирит-сфалеритовую и галенит-сфалеритовую ассоциации (Au первые г/т, реже десятки г/т). Золото ассоциирует с халькопиритом и кварцем. Самые поздние золото-кварц-сульфидные жилы нижнего горизонта обогащены золотом до первых десятков г/т (максимально сотни г/т). Они содержат золото-кварц-халькопиритовую, золото-кварц-

полиметаллическую и золото-кварцевую ассоциации. Высокопродуктивна золото-кварц-полиметаллическая ассоциация. Индикаторы золотой минерализации жильного типа – теллуриды, сульфотеллуриды, сульфиды и сульфосоли Ag, Bi, Pb, Cu, Sb: гессит, тетрадимит, хедлейит, алексит, теллуротозеит, бурсаит, бурнонит (В.Л. Левин, П.Е. Котельников). Золото образует следующие формы: свободную, тонкодисперсную, сульфидную и теллуридную (петцит). Содержания Au в пирите, халькопирите, сфалерите и галените от первых г/т до 200-400 г/т. Широко распространены субмикроскопические и тонкие выделения самородного Au в кварце и сульфидах (десятые доли-первые мкм, десятки мкм), очень редко встречаются мелкие (сотни мкм) и средние (1-2 мм) золотины. Преобладающий размер золотинок в жильном кварце 7-20 мкм, морфология – пылевидная, прожилковая, крючковатая, изометричная, октаэдрическая. Пробность золота 700-900; преобладают значения 800-900. Главная примесь в самородном золоте – Ag (10-30 %).

*Электрум* в виде включений развит в галените и слюдах, реже выполняет микротрещины в пирите и сфалерите. В нерудных минералах его почти нет. Избирательного обогащения им какого-либо сульфида не установлено. Форма выделений неправильная, удлиненная, прожилковая, пленочная, овальная. Содержание серебра в электруме колеблется от 25 до 50 %. *Серебро* представлено самородными образованиями, фрейбергитом и гесситом. Самородное серебро наблюдается преимущественно в сплошных полиметаллических и барит полиметаллических рудах верхних горизонтов. В сульфидно-кварцевых жилах оно практически не встречается. Зерна самородного серебра в сульфидно – кварцевых жилах обычно несут заметную примесь золота и относятся к кюстелиту.

*Фрейбергит* с содержанием серебра 8 – 13 % отмечается в барит - полиметаллических и сплошных полиметаллических рудах. Он образует мелкие (0,1 – 0,05 мм) неправильной формы выделения в галените или на границе его зерен, иногда выполняет тончайшие трещины в рудной массе.

*Гессит* встречается как в полиметаллических и барит - полиметаллических рудах, так и в сульфидно-кварцевых жилах в виде отдельных мелких (до 0,08 мм) зерен в галените, реже в других сульфидах. Форма изометричная и вытянутая. В интерстициях сульфидов он находится в срастании с самородным золотом, электрумом, алтаитом и теллуровисмутитом. Выявление твердых растворов (изоморфной примеси) золота в сульфидах сопряжено с большими трудностями, но наличие их в пирите, халькопирите и сфалерите устанавливается проведенными экспериментами Х.А. Беспяева, а также известно по литературным сведениям [7, 8, 12, 13]. Твердые растворы серебра обнаружены в блеклых рудах, галените, реже халькопирите.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Глубокие горизонты Риддер-Сокольного месторождения [14, 15, 16, 17] сложены богатыми золото-сульфидно-кварцевыми рудами, связанными с поздним этапом, наложенным на основной полиметаллический (залёжи Быструшинская, Южный фланг Быструшинской, Победа, III-Юго-Западная).

2. Для золота выделены ассоциации, формирующие два типа золотого оруденения: 1) Золото, связанное с сульфидами, в которых золото заключено в главных сульфидах или находится с ними в сростании преимущественно в кварце, реже сериците и хлорите и редко карбонате; 2) Золото в свободном виде в кварце, реже сериците и хлорите (без сульфидов). Здесь золото может находиться в кварце среди сульфидов и на удалении от сульфидов в кварце. Чистых кварцевых жил с золотом без сульфидов не встречено.

3. Продуктивными для золота являются наиболее поздние минеральные ассоциации, находящиеся в тесной связи с теллуридами, возникновение которых связано с падением активности серы.

4. Среди целого ряда редких микроминералов в рудах глубоких горизонтов следует отметить хедлейит, бурнонит и теллурожозеит, которые впервые обнаружены на территории месторождения Риддер-Сокольное; пильзенит, теллурожозеит, алексит, впервые на Риддер-Сокольном месторождении и впервые на территории Казахстана.

5. Основной формой нахождения золота в рудах рассматриваемых месторождений является минеральная – золото самородное и электрум. Остальные минеральные формы отнесены к редким.

6. Распространенный размер частиц золота в рудах глубоких горизонтов 1-5 мкм до 0,1 мм, редко 0,1-0,8 мм и 1-2 мм. С помощью микрозонда и растрового электронного микроскопа были обнаружены частицы золота в кварце размером до 300 нм.

7. В региональном плане минеральный состав руд месторождений золото-колчеданно-полиметаллического типа меняется от Рудноалтайских колчеданно-полиметаллических (Риддер-Сокольное, Новоленинское и др.), через Центрально-Казахстанские колчеданно-медно-цинковые (Абыз, Акбастау, Космурун и др.) к Уральским существенно медноколчеданным. Вариации состава руд перечисленных месторождений находятся в прямой зависимости от вмещающих магматических пород. Развитие тех или иных типов руд зависит от состава слагающих их главных рудообразующих минералов (пирит, халькопирит, сфалерит, галенит). На месторождении Риддер-Сокольное с глубиной полиметаллическое оруденение сменяется богатым золото-сульфидно-кварцево-жильным.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Большой Алтай (геология и металлогения). Кн. 1. Геологическое строение //Щерба Г.Н., Дьячков Б.А., Стучевский Н.И. и др.- Алматы: Гылым, 1998. - 304 с.
- 2 Беспаяев Х. А., Полянский Н. В., Ганженко Г. Д. и др. Геология и металлогения Юго-Западного Алтая (в пределах территории Казахстана и Китая). - Алматы: Гылым, 1997. – 288 с.
- 3 Большой Алтай (геология и металлогения)». Кн. 2. Металлогения // Щерба Г. Н., Беспаяев Х. А., Дьячков Б. А. и др.- Алматы, РИО ВАК РК, 2000. - 400 с.
- 4 Дьячков Б. А., Малыгин А. А., Нахтигаль Г. П., Титов Д. В. Рудоносные структуры Рудного Алтая //Геология и охрана недр. - 2004.- № 4.-С.3-8.
- 5 Дьячков Б. А., Титов Д. В., Сапаргалиев Е. М. Рудные пояса Большого Алтая и оценка их перспектив
- 6 Рафаилович М.С. Крупнотоннажные месторождения золота и цветных металлов Казахстана и соседней Азии. - ГПНТБ России, 2010. - С.12-30.
- 7 Байбатша А.Б. Модели месторождений цветных металлов. Монография. - Алматы, КазНТУ, 2012. - 448 с.
- 8 Байбатша А.Б., Дюсембаева К.Ш., Ганженко Г.Д. О богатых золотосодержащих рудах глубоких горизонтов месторождения Риддер-Сокольное//Материалы Международной научно-практической конференции «Сатпаевские чтения». Алматы, 2009. – С. 161–167.
- 9 Чвилева Т.Н., Безсмертная М.С., и др. Справочник – определитель рудных минералов в отраженном свете.М.: Недра, 1988. – 505 с.
- 10 Байбатша А.Б., Дюсембаева К.Ш., Касенова А.Т. Бурсаит, алексит, пильзенит – первые находки в Казахстане в рудах Риддер-Сокольного золото-колчеданно-полиметаллического месторождения (Рудный Алтай). //Геология и охрана недр, 2010, № 4 (37). – С. 44 – 47.
- 11 Петровская Н.В. Самородное золото. Л.: Наука, 1973. – 218 с.
- 12 Таусон В.Л., Миронов А.Г., Смазнов К.В. и др. Золото в сульфидах: состояние проблемы форм нахождения и перспективы экспериментальных исследований. Геол. и геоф. 1996, т. 37. – С. 3-14.
- 13 Таусон В.Л., Кравцова Р.Г. Оценка примеси золота в структуре пирита эпиптермальных золото-серебряных месторождений (Северо-Восток России). Зап. ВМО, 2002. – С.1-11.

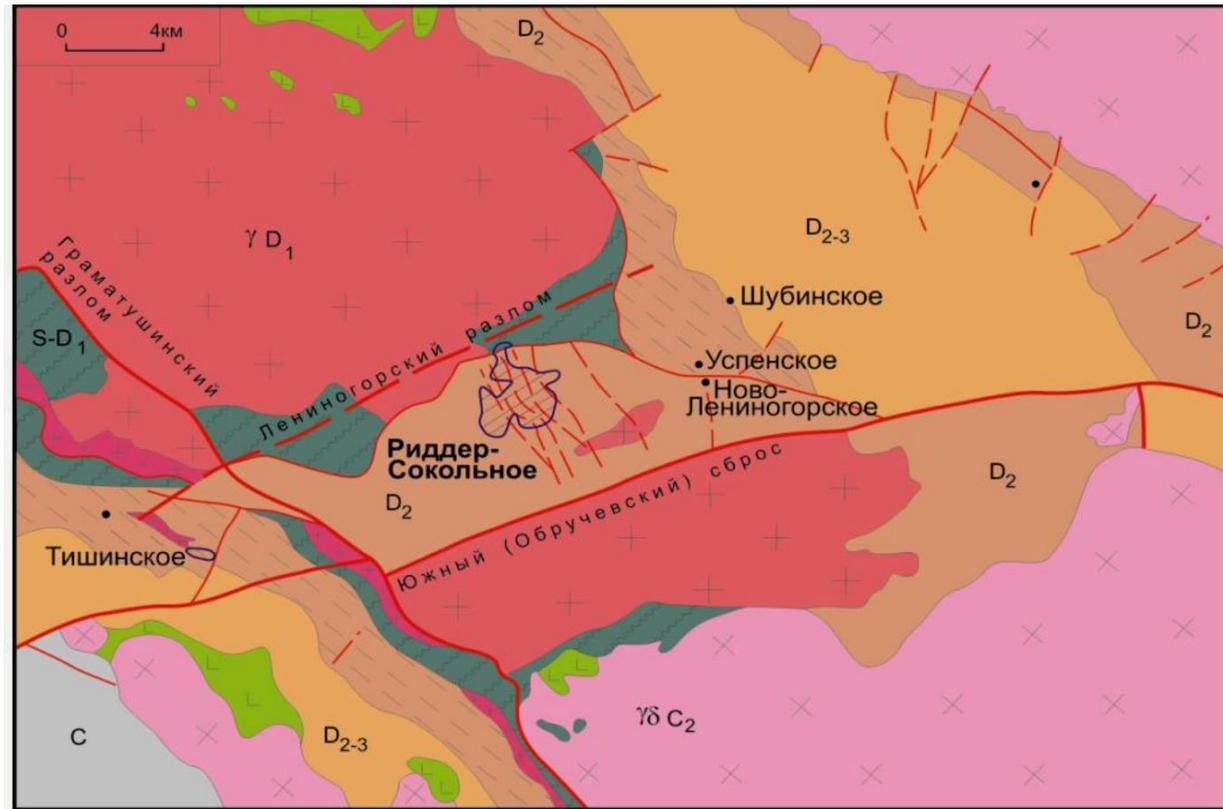




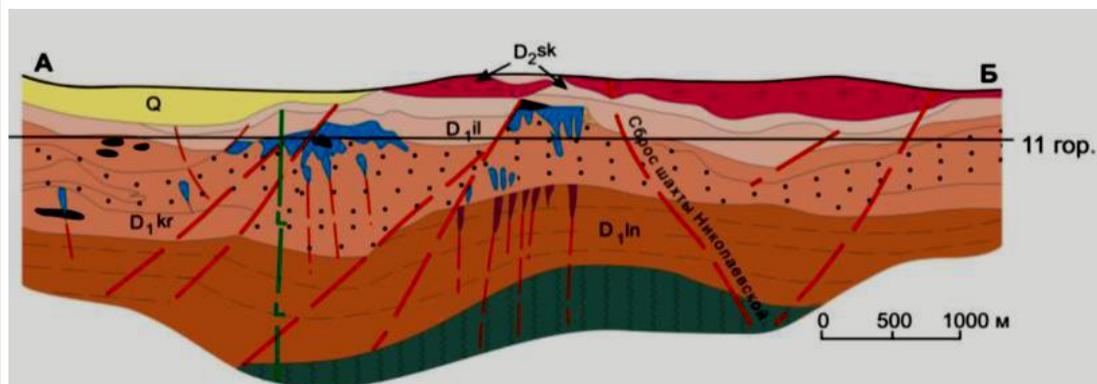
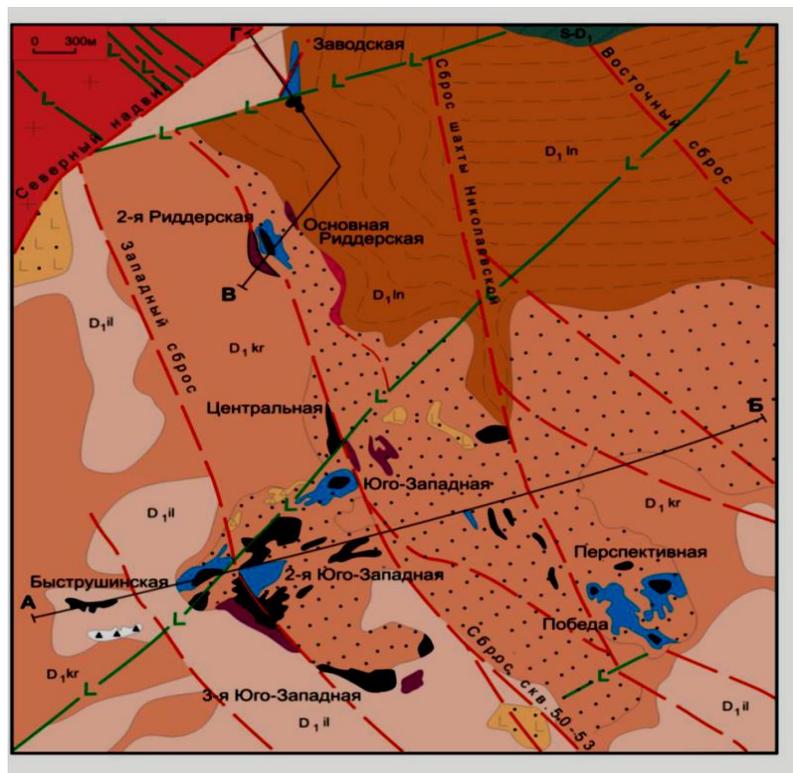


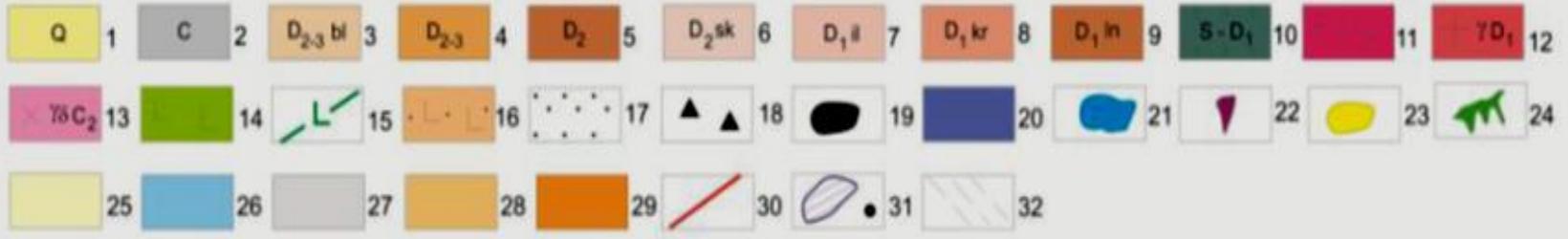


Карта 5 Положение Риддер-Сокольного месторождения в основных структурах Лениногорского района (по В.В. Попову, 1967)



Карта 6 Геологический план и разрез Риддер-Сокольного месторождения (11 горизонт)





## Приложение Б

Таблица 1 Рудоносные геохронологические уровни Рудноалтайского пояса (ранняя стадия)

Геохронологический уровень	Геодинамическая обстановка	Структурно-металлогеническая зона	Рудоносный уровень	Возраст млн. лет	Оруденение	Месторождения
1	2	3	4	5	6	7
Эмский	Рифтогенно-островодужная	Белоубинско-Сарымсактинская	Холзунское-пневский	394-390	Fe, (Mn), Pb, Zn	Холзунское-Пневское
« - »	« - »	Рудноалтайская	Риддерский	394-390	Zn, Pb, Cu, Au, Ag	Риддер-Сокольное Ново-Лениногорское
Эмс-Эйфельский	« - »	-"	Тишинский	394-387	Zn, Pb, Cu, Au, Ag	Тишинское
Зыряновский				394-387	Zn, Pb, Cu, Au, Ag	Зыряновское
Белоусовский				394-387	Cu, Zn, Pb	Белоусовское
Эйфель-живетский	« - »	Белоубинско-Сарымсактинская	Никитинский	387-380	Zn, Pb, Cu	Чекмарь Никитинское
Рудноалтайская		Орловско-малеевский		387-380	Cu, Zn, Pb (Au, Ag)	Орловское Малеевское
Живетский	« - »	-"	Николаевский	380-374	Cu, Zn, Pb (Au)	Артемьевское Николаевское Юбилейно-Снегирихинское
Фран-фаменский	« - »	-"	Заводинский	374-367	Cu, Pb, Zn, Ag, Au	Заводинские-I,II Чудак
Поздне-девонско-ранне-	« - »	Иртышская	Вавилонский	360-352	Fe, Cu, Zn, (Au, Ag, As)	Вавилонское

карбонов ый						
Визейски й	Островодуж ная	Рудноалтайская	Мамонтовск ий	352- 340	Au, Pb, Ag	Мамонтовское

Таблица 2 Минеральный состав глубоких горизонтов месторождения Риддер-Сокольное

Главные	Второстепенные	Редкие
Рудные		
Халькопирит Сфалерит Галенит Пирит Золото Серебро	Блеклая руда (тетраэдрит)	Теллуrowисмутит <sup>1</sup> Хедлейит <sup>2</sup> Пильзенит <sup>1</sup> Тетрадимит <sup>1,2</sup> Теллурожозеит <sup>1,2</sup> Алексит <sup>3</sup> Гессит <sup>1</sup> Висмут самородный <sup>1</sup> Бурсаит <sup>2</sup> Бурнонит <sup>1</sup> Сульфид свинца <sup>4</sup> Арсенопирит <sup>1</sup> Рутил
Нерудные		
Кварц Доломит Серицит	Кальцит Хлорит	

Примечание: Залежи: 1-Быструшинская, 2-III-Юго-Западная, 3-Победа, 4-Южный фланг Быструшинской залежи.

Таблица 3 Распределение золота по главным рудообразующим минералам Южного фланга Быструшинской залежи Риддер-Сокольного месторождения

Кол-во изуч. аншлиф	К-во аншлиф., сод.сам. золото	Общее к-во золотин	Минерал	Количество золотин		
				Свободных	В срост- ках	Всего <u>ЗОЛОТИН</u> отн. %
1	2	3	4	5	6	7
54	19	782	Сфалерит	25	12	<u>37</u> 4,7
			Галенит	49	49	<u>98</u> 12,5
			Халькопирит	15	6	<u>21</u> 2,7
			Пирит	25	37	<u>62</u> 7,9
			Блеклая руда	3	-	<u>3</u> 0,4
			Кварц	427	36	<u>463</u> 59,2
			Карбонат (доломит)	-	3	<u>3</u> 0,4
			Серицит и хлорит	53	42	<u>95</u> 12,2

Таблица 4 Распределение золота по главным рудообразующим минералам Быструшинской залежи Риддер-Сокольного месторождения

Кол-во изуч. аншлиф.	К-во аншлиф., сод.сам. золото	Общее к-во золотин	Минерал	Количество золотин		
				Свободных	В сростках	Всего <u>ЗОЛОТИН</u> отн. %
1	2	3	4	5	6	7
52	16	508	Сфалерит	1	25	<u>26</u> 5,1
			Галенит	21	-	<u>21</u> 4,1
			Халькопирит	41	52	<u>93</u> 18,3
			Пирит	133	49	<u>182</u> 35,8
			Блеклая руда	1	-	<u>1</u> 0,2
			Кварц	83	52	<u>135</u> 26,6
			Карбонат	2	-	<u>2</u> 0,4
			Серицит и хлорит	20	28	<u>48</u> <u>9,5</u>

Таблица 5 Распределение золота по главным рудообразующим минералам  
 III-Юго-Западной залежи Риддер-Сокольноместорождения

К-во изуч. аншлиф.	К-во аншлиф., сод. сам. ЗОЛОТО	Общее к-во ЗОЛОТИН	Минерал	Количество золотин		
				Свобод ных	В срост- ках	Всего <u>ЗОЛОТИН</u> отн. %
1	2	3	4	5	6	7
22	17	445	Сфалерит	24	19	<u>43</u> 9,7
			Галенит	21	-	<u>21</u> <u>4,7</u>
			Халькопирит	30	43	<u>73</u> 16,4
			Пирит	12	28	<u>40</u> 9,0
			Блеклая руда	7	-	<u>7</u> <u>1,6</u>
			Кварц	230	31	<u>261</u> 58,6
			Карбонат	-	-	-
			Серицит и хлорит	-	-	-

Таблица 6 Распределение золота по главным рудообразующим минералам залежи Победа Риддер-Сокольного месторождения

Кол-во изуч. шлифов	К-во аншлиф., сод.сам. золото	Общее к-во золотин	Минерал	Количество золотин		
				Свободных	В сростках	Всего <u>ЗОЛОТИН</u> отн. %
10	8	219	Сфалерит	3	9	<u>12</u> 5,48
			Галенит	-	-	-
			Халькопирит	12	36	<u>48</u> 21,92
			Пирит	12	9	<u>21</u> 9,59
			Блеклая руда	-	-	-
			Кварц	74	52	<u>126</u> 57,53
			Карбонат (доломит)	-	3	<u>3</u> 1,37
			Серицит хлорит	3	6	<u>9</u> 4,1

Таблица 7 Размеры самородного золота в разных минералах рудных залежей Риддер-Сокольного месторождения.

Минерал	Южный фланг Быструшинской залежи			
	Кол-во замеров	Размеры, мм		
		от	до	Преобладающий
Сфалерит	37	0,007	0,02x0,05	0,01-0,02
Галенит	98	0,007	0,02x0,07	0,01-0,02
Халькопирит	21	0,007	0,02	0,01
Пирит	62	0,001	0,02x0,07	0,007-0,01
Блеклая руда	3	0,007	0,01	0,007-0,02
Кварц	463	0,001	0,04x0,07	0,007-0,02
Карбонат (доломит)	3	0,007	0,01	0,007-0,01
Серицит и хлорит	95	0,007	0,03x0,07	0,007-0,02

Быструшинская залежь			
Кол-во замеров	Размеры, мм		
	от	до	Преобладающий
26	0,007x0,01	0,01x0,5	0,01x0,05
21	0,001	0,02	0,01x0,02
93	0,003	0,1x0,2	0,01x0,04
182	0,001	0,007x0,1	0,01x0,03
1	0,007		
135	0,001	0,2x0,6	0,01-0,05
2	0,007	0,01x0,02	
48	0,001	0,2x0,6	0,01-0,05

Таблица 8 Размеры самородного золота в разных минералах рудных залежей  
Риддер-Сокольного месторождения.

Минерал	Ш-ЮЗ залежь			
	Кол-во замеров	Размеры, мм		
		от	до	Преобладающий
Сфалерит	43	0,007	0,1x0,5	0,01-0,02
Галенит	21	0,001	0,02x0,06	0,01x0,02- 0,02x0,03
Халькопирит	73	0,001	0,05x0,7	0,007x0,01-0,02- 0,3
Пирит	40	0,003	0,01x0,2	0,007-0,02x0,03
Блеклая руда	7	0,003	0,007	0,003-0,007
Кварц	261	0,001	0,1x0,16	0,007-0,03
Карбонат (доломит)	-	-	-	-
Серицит и хлорит	-	-	-	-

Залежь Победа			
Кол-во замеров	Размеры, мм		
	от	до	Преобла дающий
12	0,007	0,1x0,2	0,01- 0,01x0,07
-	-	-	-
48	0,003	0,02x0,5	0,01- 0,01x0,03
21	0,003	0,04	0,007x0,02- 0,01x0,04
-	-	-	-
126	0,007	0,05x0,1	0,01- 0,02x0,03
3	0,02	0,04	0,02-0,04
9	0,01	0,07	0,01-0,02- 0,03x0,04

Приложение В

Рисунок 1-2

Скопление золота в кварце

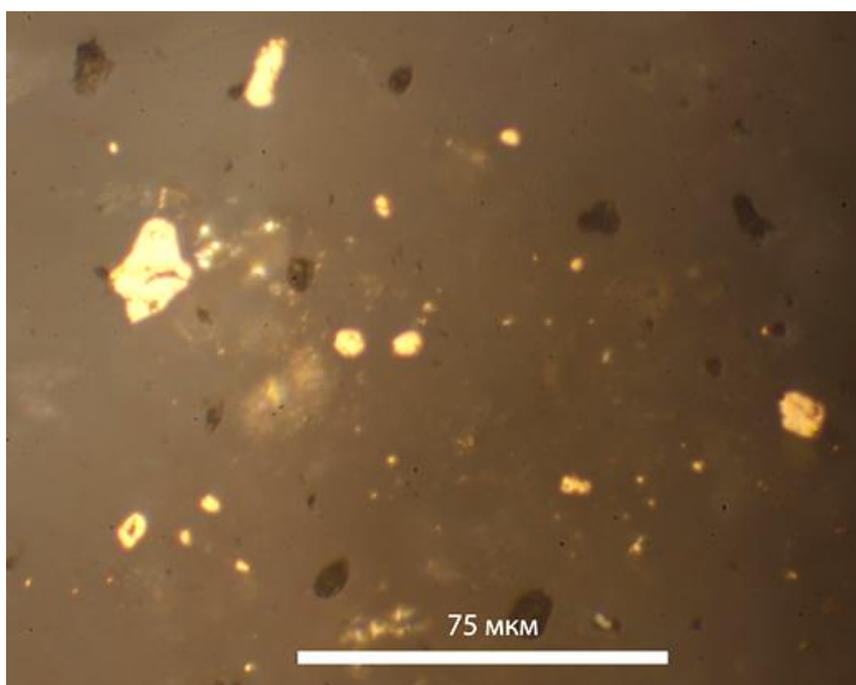
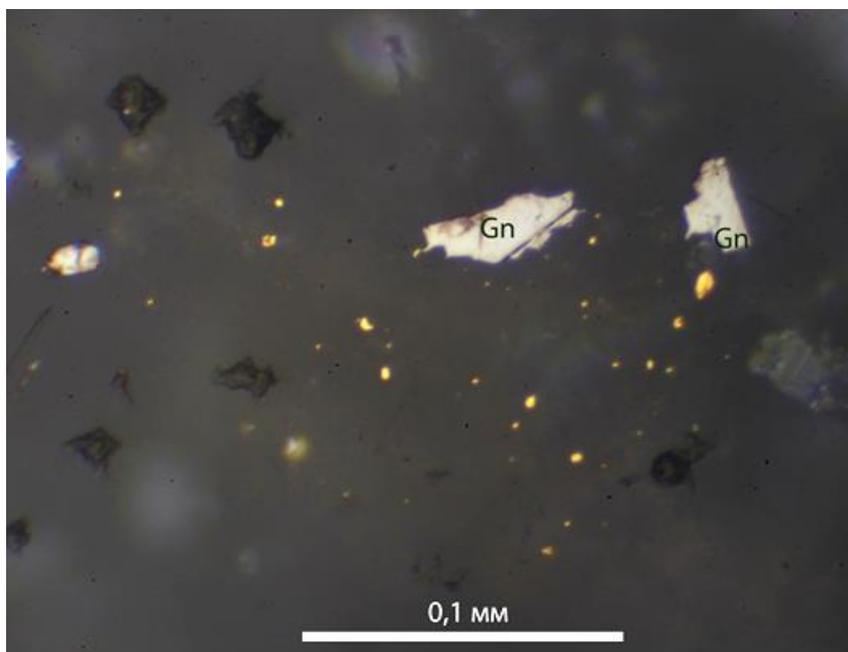
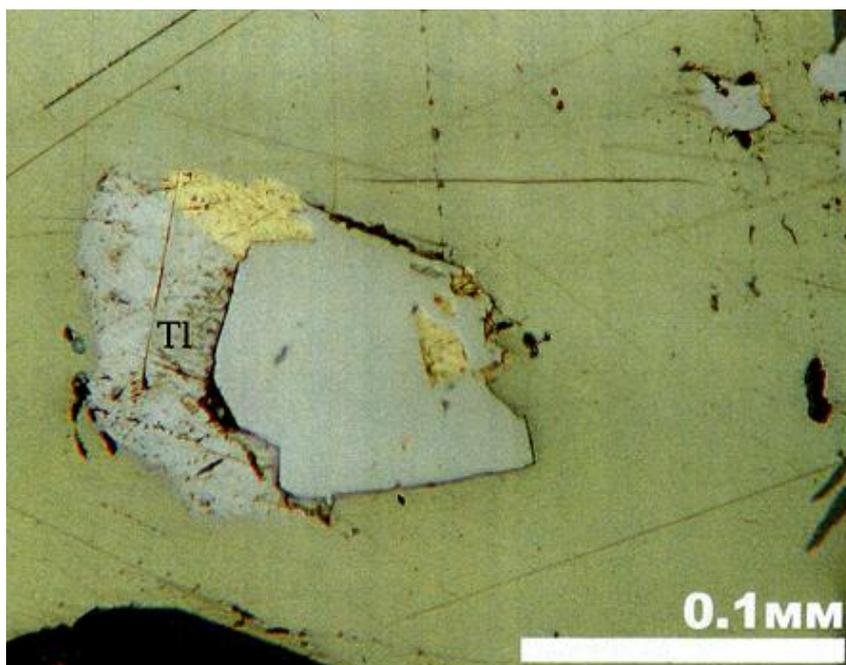
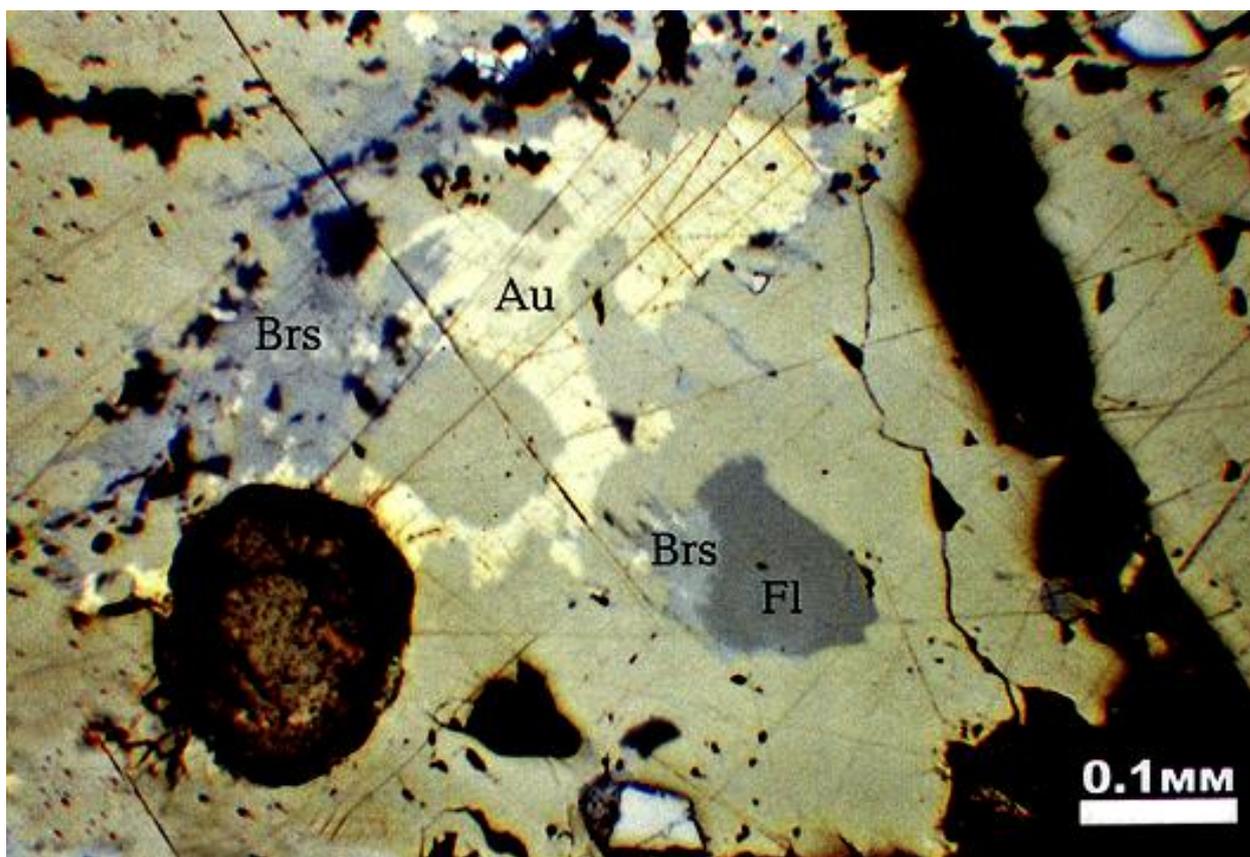


Рисунок 3-4

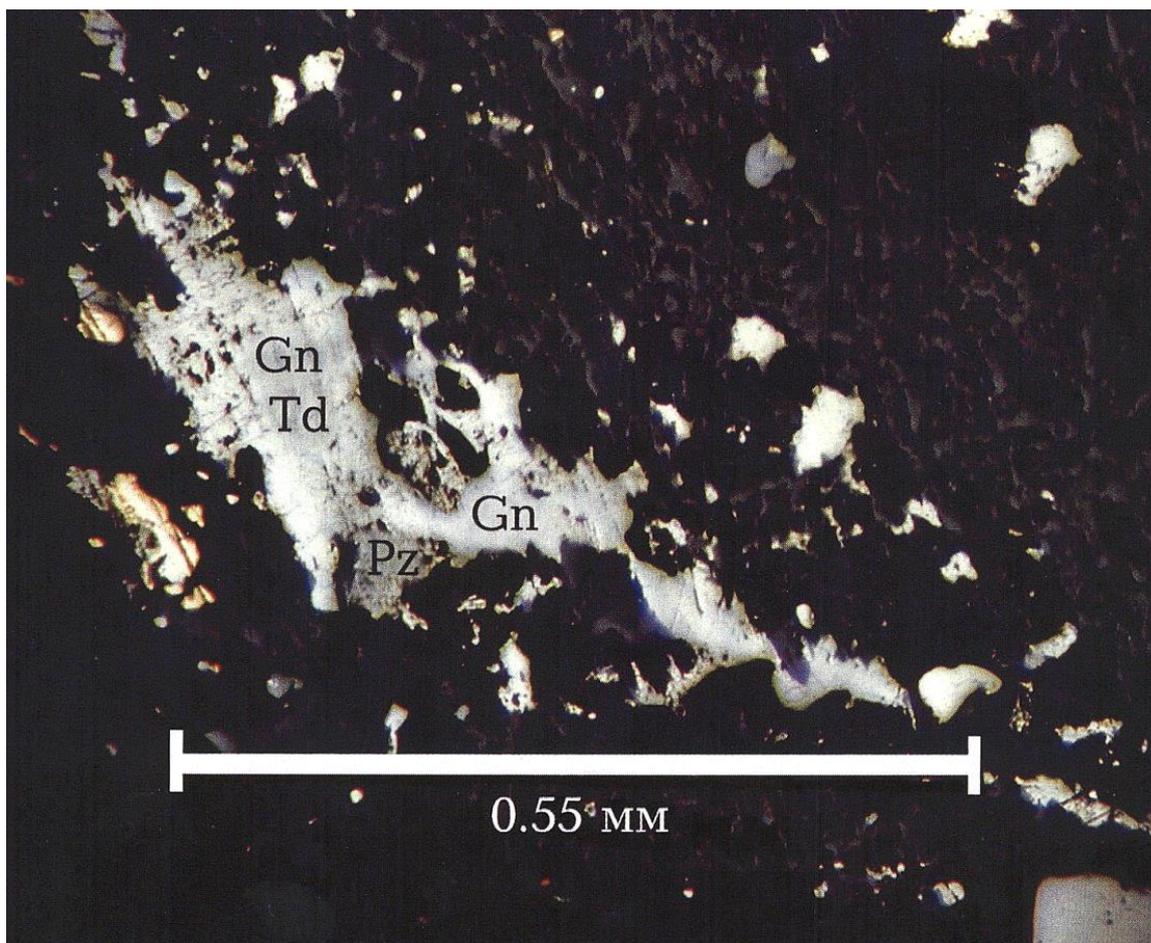


Золото (ярко-желтое) в сростании с теллуrowисмутитом (Tl) и зерном пирита в халькопирите (светло-желтое). В пирите включения золота



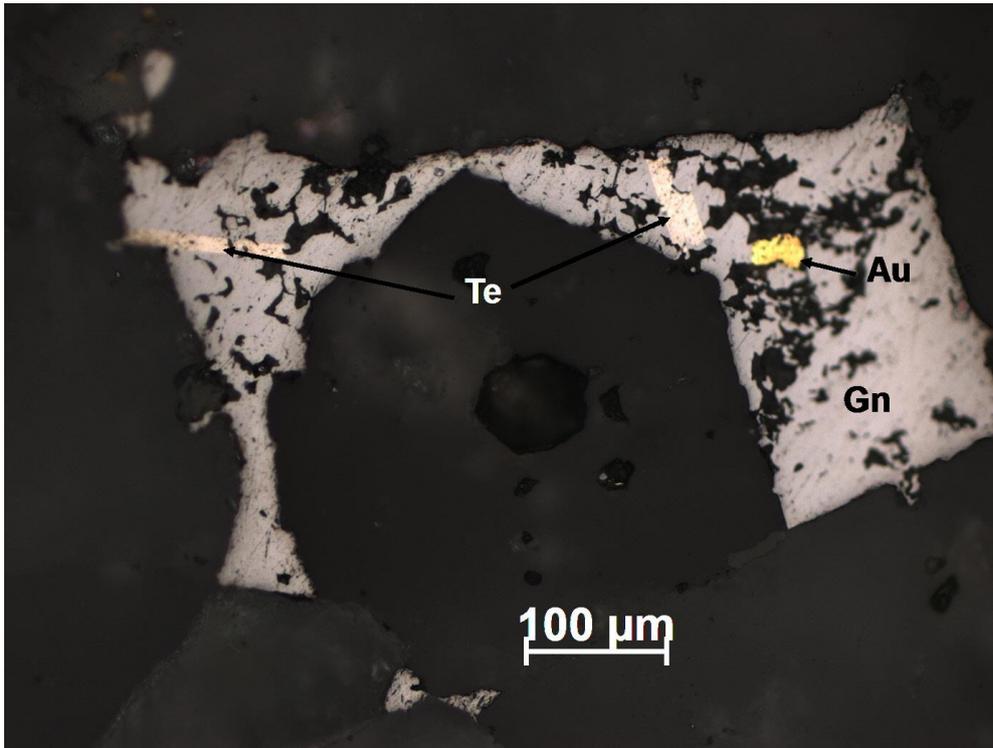
Бурсаит (Brs) в сростании с золотом (Au) и блеклой рудой (Fl) в халькопирите (основной фон)

Рисунок 5

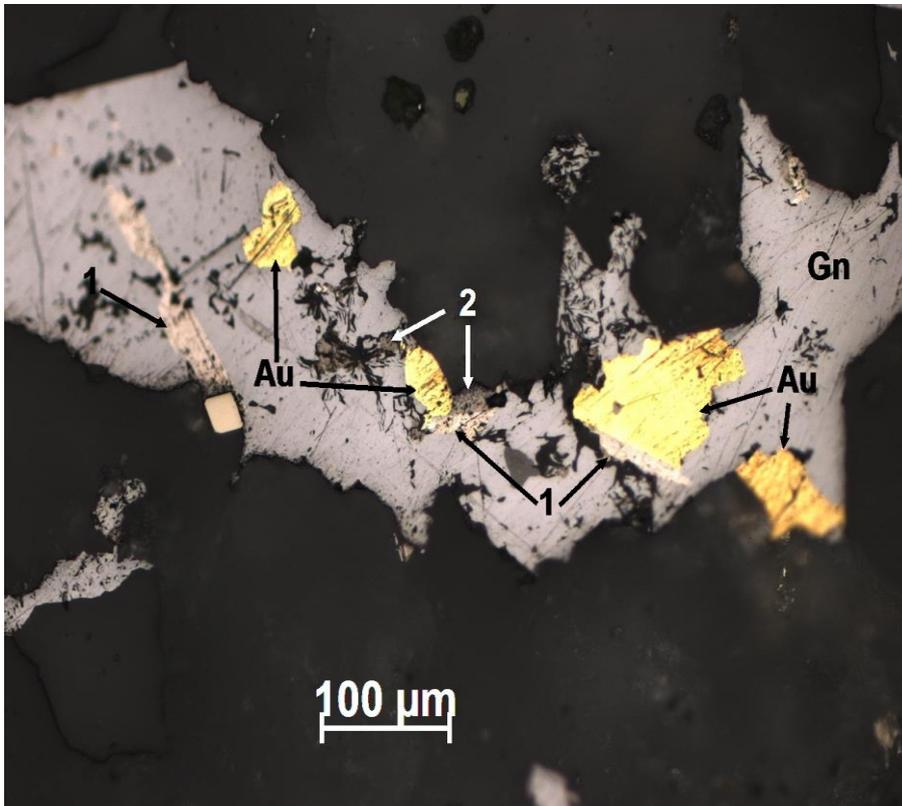


Пильзенит (Pz) в срастании с тетрадимитом (Td), галенитом (Gn) и золотом (яркое желтоватое) в кварц-серицитовой массе

Рисунок 6-7

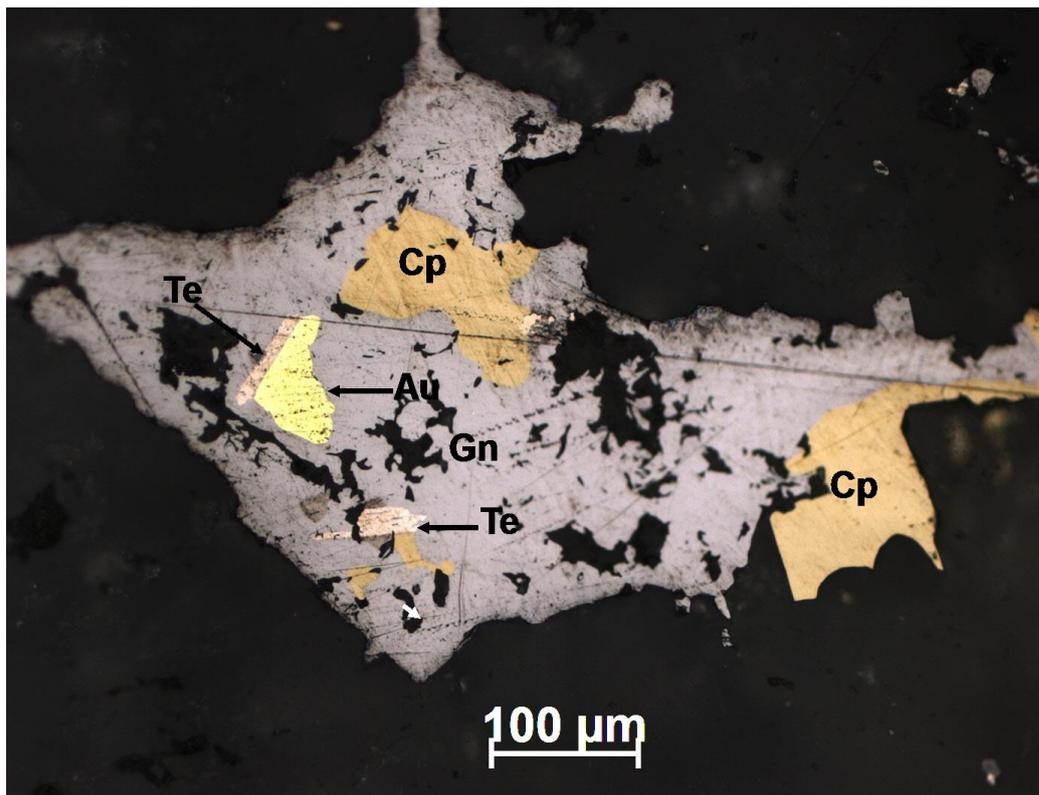


Теллуриды (Te) и золото самородное (Au) в галените (Gn)

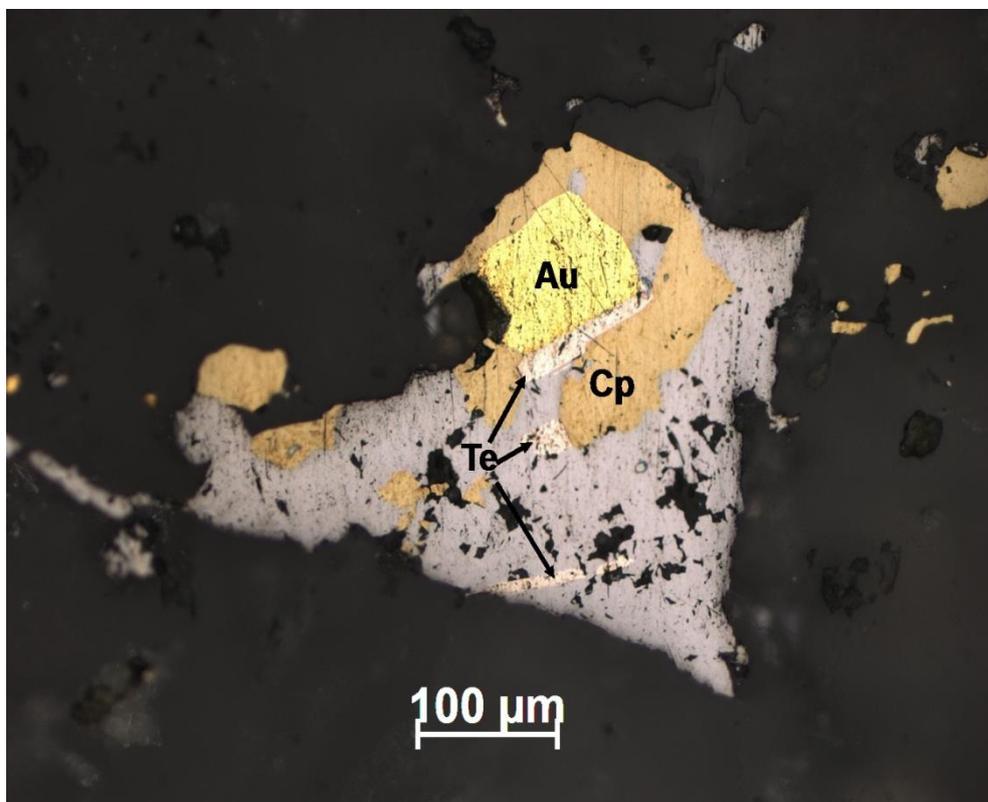


Теллуриды (1) и золото самородное (Au) в галените (Gn)

Рисунок 8-9

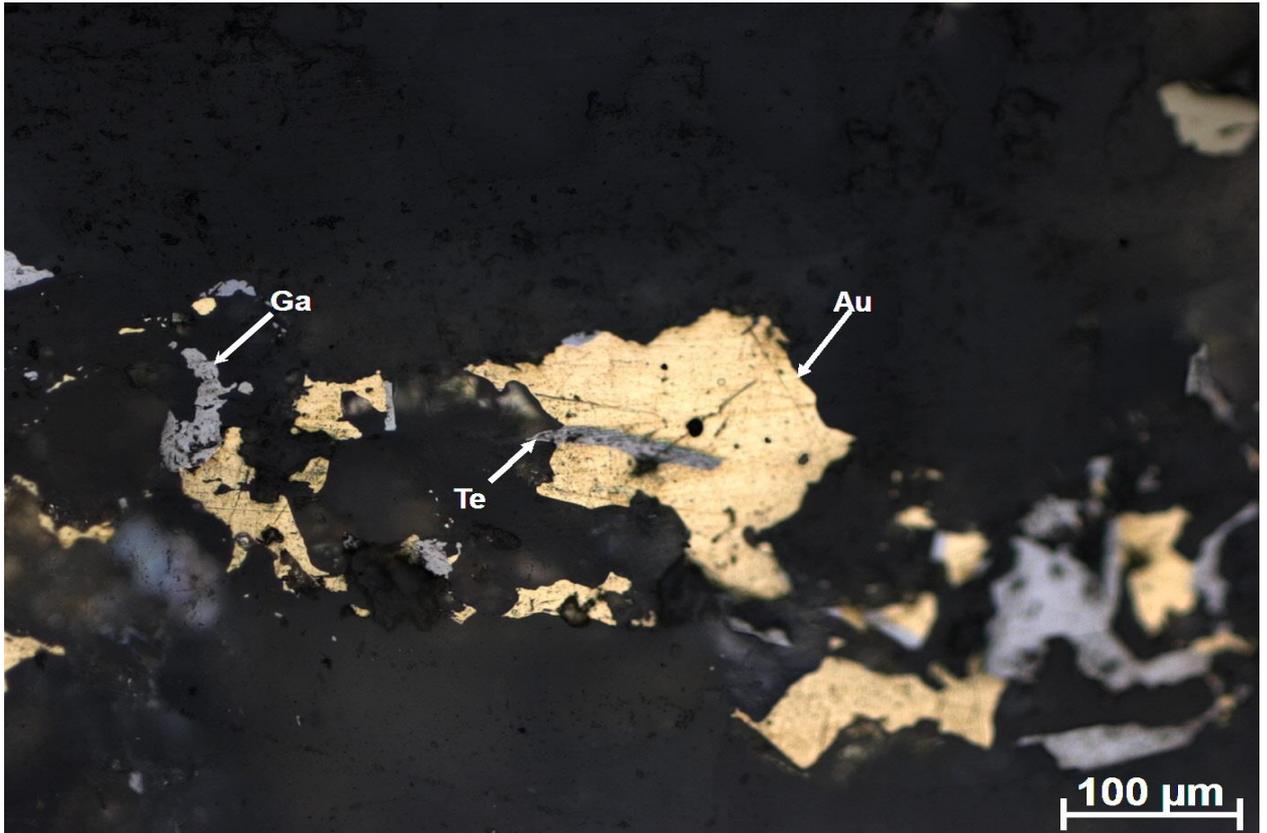


Теллуриды (Te) в тесном срастании с золотом (Au) в галените (Gn). Cp - халькопирит



Теллуриды (Te) в тесном срастании с золотом (Au) и халькопиритом (Cp) в галените (Gn).

Рисунок 10



**Пластинчатое включение теллурида (Te) в самородном золоте (Au), находящееся в срастании с галенитом.**