

Минералого-петрографические особенности руд месторождения Коскудук

¹АСУБАЕВА Салтанат Калыкбаевна, к.г.-м.н., сениор-лектор, saltanat_as_nur@mail.ru,

¹БИРЮЛИН Рустам, магистрант, rustam99@mail.ru,

²ХАМЗИНА Баян Елемесовна, к.т.н., руководитель высшей школы, Bayanh@mail.ru,

^{1*}ОМАРОВА Гульнара Магауэьяновна, PhD, сениор-лектор, omarova_gulnara@mail.ru,

¹Satbayev University, Казахстан, Алматы, ул. Сапиева, 22а,

²Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, Казахстан, Уральск, ул. Жангир хана, 51,

*автор-корреспондент.

Аннотация. Изучены вещественный состав руд и различные типоморфные свойства минералов, элементы-примеси, минеральные парагенезисы золото-серебряного месторождения Коскудук. Основную часть гипогенных рудных тел изучаемого месторождения составляют кварц, серицит, карбонаты, каолинит, хлорит с подчиненным количеством барита, эпидота, альбита. В метасоматитах и метасоматизированных породах содержится вкрапленность и тонкие прожилки сульфидов, количество которых варьирует от 1-5 до 10-15%. Пороодообразующие минералы в окисленных рудах несут следы гипергенных изменений: полевые шпаты и серицит замещаются каолинитом, в меньшей степени – минералами гидрослюдистой группы. В ходе исследования прямой зависимости золотоносности выделяемых природных разновидностей руд от степени гидротермально-метасоматических преобразований и наложенной сульфидной минерализации не наблюдается. Тем не менее, наиболее высокими содержаниями золота характеризуются зоны прожилкового окварцевания. Низкие концентрации полезных компонентов свойственны слабо минерализованным сульфидами метасоматитам без кварцевых прожилков.

Ключевые слова: типоморфизм, руда, минералы, золото, электрум, метасоматиты, сульфиды, минеральные парагенезисы, окисленные руды, гидротермально-метасоматические преобразования.

Введение

Месторождение Коскудук и другие рудопоявления золото-серебро-свинцово-цинковой формации расположены в пределах Коскудукской вулканотектонической структуры. Они все пространственно и генетически связаны с позднепалеозойскими вулканидами, локализуясь, главным образом, в гидротермально измененных породах (рисунок 1). Месторождение представляет собой три жерла вулкана, выраженные в рельефе депрессиями. Они тяготеют к линейной зоне северо-восточных разрывов, приуроченной к шарниру вулканической структуры. Жерла в плане имеют размеры 320x400 м², 250x460 м² и 600x1000 м² и заполнены фельзит-порфирами, эруптивными брекчиями, крупнообломочными и агломератовыми туфами и андезитовыми порфиритами. В метасоматически измененных, сульфидизированных частях вулканических жерл выделяются рудные тела [1, 2].

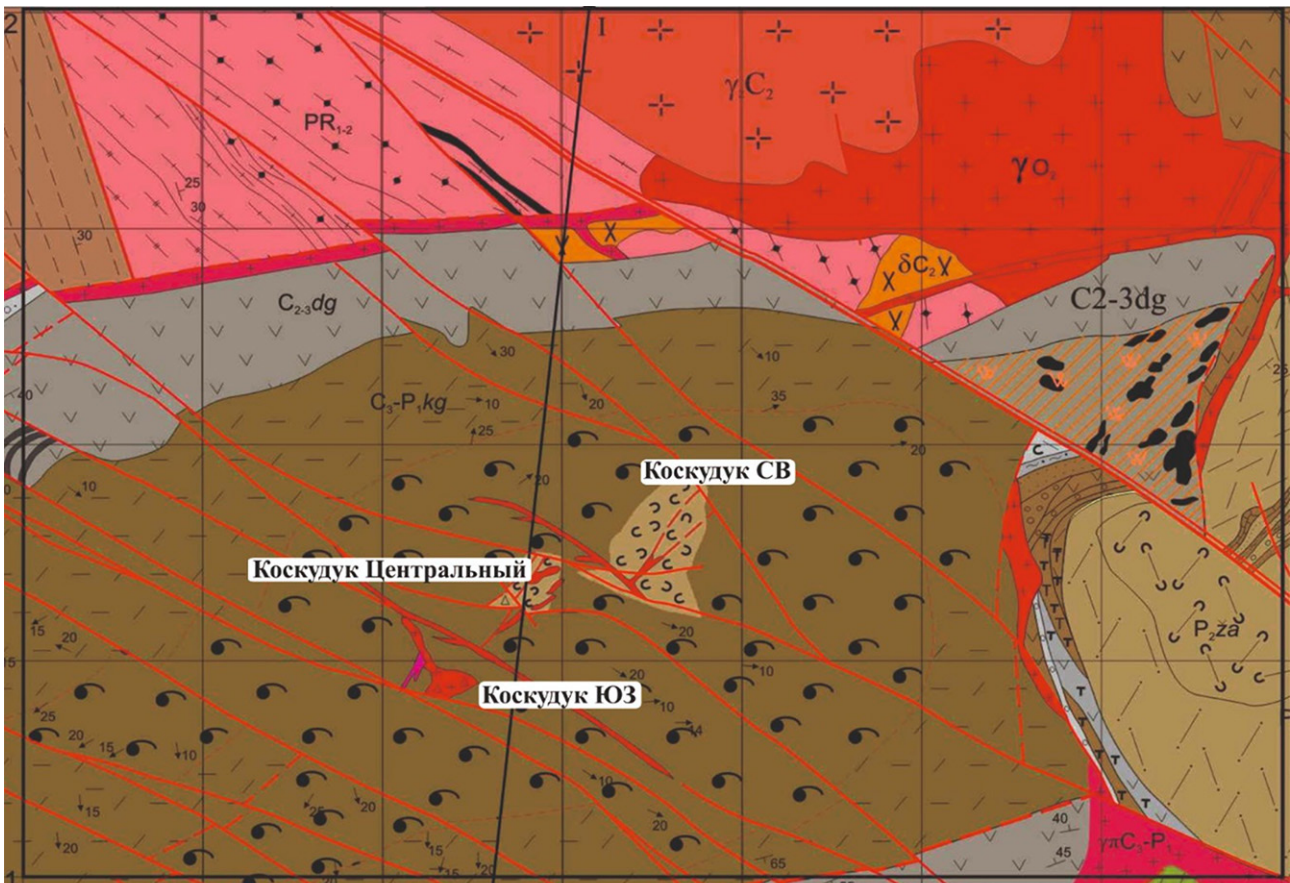
Структура возникла в результате извержения полигенного вулкана центрального типа и обрамлена со всех сторон разрывными нарушениями, из которых наиболее крупными являются Копин-

ский и Бурлинский региональные разломы, ограничивающие структуру с юго-западной и северо-восточной сторон, что сближает ее с грабеном. Всего на месторождении на двух участках выделено 7 рудных тел. Из них основные 1 и 6.

Рудные тела представлены сульфидизированными, метасоматически измененными от мелкообломочных до крупнообломочных, туфами андезитового и смешанного состава (рисунок 2).

В геологическом разрезе района выделены: кристаллические сланцы и гнейсы верхнего протерозоя, песчанно-сланцевый флиш ордовика и силура, прорванный на северо-востоке гранитоидами девона, и терригенно-осадочные породы девона, представленные конгломератами, алевролитами, песчаниками, прорванные интрузиями кварцевых диоритов среднего-верхнего карбона.

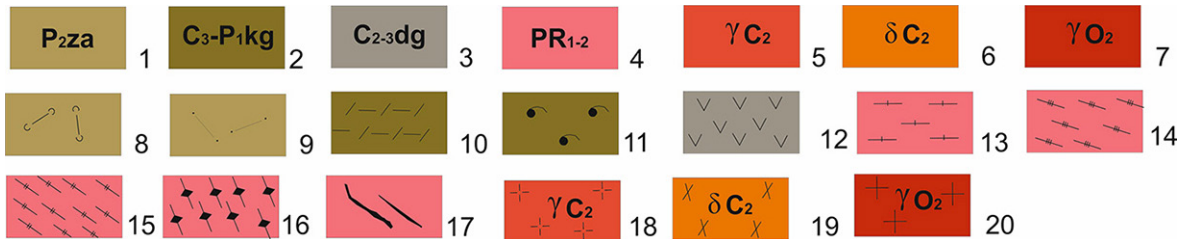
Вкрапленные, прожилково-вкрапленные гидротермально-метасоматические руды эпitherмального золотосеребряного (с попутными цинком и свинцом) месторождения Коскудук пространственно и генетически тесно связаны с позднепалеозойскими вулканидами и локализируются в породах жерловой фации кугалинского



1 : 50000

в 1 сантиметре 500 метров

м 1000 750 500 250 0 1000 2000 м

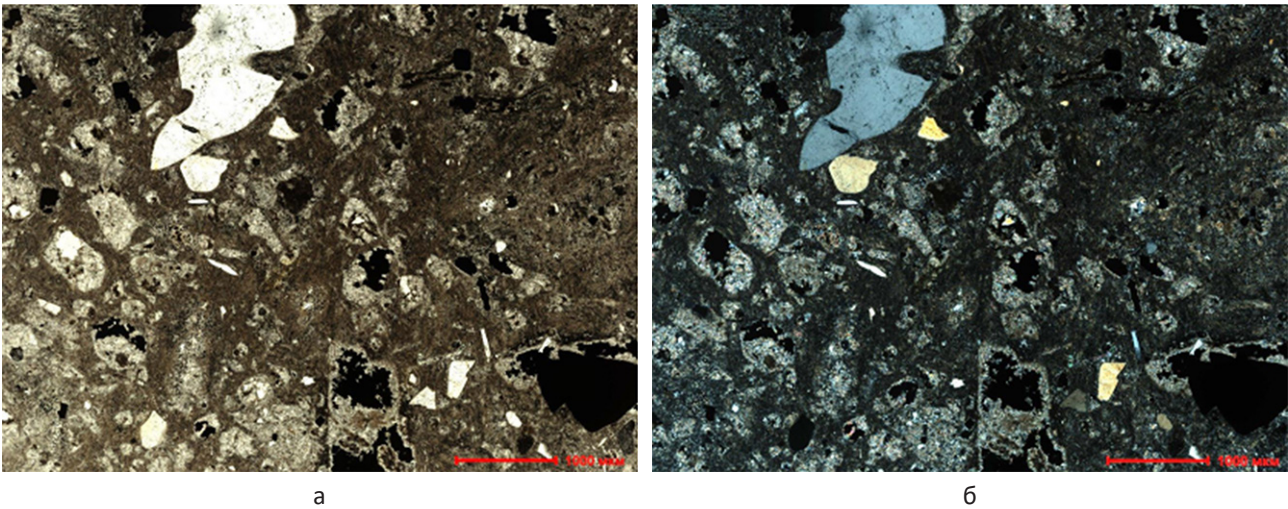


1 – Верхний пермь. Жалгызгашская свита; 2 – Верхний карбон-нижняя пермь, кугалинская свита; 3 – средний-верхний карбон, дигерезская свита; 4 – ниже-среднепротерозойские отложения; 5-6 – Среднекарбонный интрузивный комплекс; 7 – среднеордовикский интрузивный комплекс; 8 – Туфолавы кислого состава; 9 – Кварцевые порфиры; 10 – Туфы и туфолавы смешанного состава; 11 – Игнибриты липаритового состава; 12 – Андезитовые порфиры; 13 – гнейсы зеленовато-серые, массивные; 14 – парагнейсы, розовые, массивные; 15 – биотитовые гнейсы; 16 – амфиболиты; 17 – талько-антофилитовые сланцы; 18 – среднезернистые лейкократовые граниты; 19 – биотитроговообманковые диориты и кварцевые диориты; 20 – среднезернистые плагиограниты и гранодиориты

Рисунок 1 – Геологическая карта месторождения Коскудук

комплекса. Гидротермально-метасоматические изменения пород выражены в серицитизации, окварцевании, каолинитизации и сульфидизации. Переход от неизмененных пород к метасоматитам постепенный. Преобладают кварц-серицитовые метасоматиты с подчиненным количеством хлорита, каолинита, карбонатов, эпидота. Состав метасоматитов варьирует в зависимости от петрографического и химического состава вмещающих пород. На метасоматиты и метасоматизированные породы различного состава наложены

кварцевые, карбонатно-кварцевые прожилки, с которыми связаны привнос и перераспределение золота. Содержание сульфидов в рудах варьирует от 1-5 до 10-15%, среднее содержание вредных примесей (мышьяка) 0,14%. Прямой зависимости золотонности выделяемых природных разновидностей руд от степени гидротермально-метасоматических преобразований и наложенной сульфидной минерализации не наблюдается. Тем не менее, наиболее высокими содержаниями золота характеризуются зоны прожилкового



а – николи параллельны, б – николи скрещены
Рисунок 2 – Шлиф. Туф смешанного состава

окварцевания. Низкие концентрации полезных компонентов свойственны слабо минерализованным сульфидами метасоматитам без кварцевых прожилков [3].

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

Гипогенное золото тонкое и тонкодисперсное (от долей микрона до сотых долей мм, иногда до 0,1-0,5 мм). Редко наблюдается не только визуально, но и под микроскопом. Выделяется две его генерации в первичных рудах. Золото-1 локализуется в виде изометричных и удлиненно-чешуйчатых микровключений в метакристаллах пирита-1 и арсенопирита, а также на их поверхности, либо в кварце по периферии пирит – арсенопиритовых агрегатов. В аншлифах Р-2/50 и М-3/32 описаны выделения в пирите светло-желтого, по-видимому, высокосеребристого золота размерами от менее 1 мкм до 0,022 мм. Это изометричные, овальные, треугольные, амёбообразные, комковидные, неправильных форм выделения, расположенные вдоль стыков метакристаллов пирита, внутри метакристаллов вблизи зальбандов, или по микротрещинам.

Золото-2 связано с полиметаллической ассоциацией. Описаны микронные изометричные выделения золота в халькопирите, изометричные включения в пирите-2 размерами от 0,001 до 0,014 мм, удлиненное выделение 0,02*0,06 мм в сростании с пирротинном в зоне контакта галенита со сфалеритом. Гипергенное золото наблюдается в виде изометричных и прожилковидных выделений внутри псевдоморфоз гидрооксидов железа по сульфидам, пленок по их периферии и по микротрещинам в кварце. Часто формы выделений золота неправильные, амёбо- и каплеобразные, игольчатые, скелетные. Размеры их варьируют от 0,01 до 0,5 мм. Цвет изменяется от золотисто-бе-

лого до соломенно-желтого в зависимости от содержания примеси серебра.

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

Рудные минералы образуют неравномерную, достаточно интенсивную вкрапленную минерализацию. Главный рудный минерал – пирит, второстепенные – сфалерит, единичные – галенит, халькопирит, ковеллин, рутил, самородное серебро и электрум [3, 4].

Сфалерит является вторым по распространенности и первым по промышленной значимости сульфидным минералом месторождения. Выявлено 2 генерации сфалерита. Темно-бурый (до черного) железистый сфалерит-1 (марматит) наблюдается в виде ксеноморфных зерен и зернистых агрегатов размерами от первых микрон до первых сантиметров.

Наблюдаются эмульсионная, ориентированно-эмульсионная, реже пластинчатая структуры распада халькопирита и пирротина в сфалерите. При замещении халькопирита галенитом, а пирротина марказитом и пиритом-2 образуются выделения последних минералов, причем они часто унаследовано закономернo-ориентированы согласно зональности либо спайности сфалерита. По спайности иногда наблюдаются просечки халькопирита мощностью до 0,5 мм. Образует сростки с халькопиритом, галенитом, пиритом, арсенопиритом, блеклой рудой (рисунки 3, 4).

Галенит распространен повсеместно, но в

меньшем количестве, чем сфалерит. В зонах дробления часто образует значительные скопления. Наблюдается в виде ксеноморфных зерен, зернистых агрегатов размерами от первых микрон до 1-2 мм и тонких непротяженных просечек и прожилков мощностью от долей мм до 3-8 мм. Образует зернистые срастания с халькопиритом, пиритом, арсенопиритом, сфалеритом, тетраэдритом, пирротинном. В кварц-сульфидных прожилках отмечается в виде агрегатов длиной 0,5-4,0 мм, ассоциируя с халькопиритом и сфалеритом (рисунок 5).

Пирит – наиболее распространенный сульфид месторождения. Пирит-1 образует идиоморфные метакристаллы кубического, кубооктаэдрического, реже октаэдрического габитуса, скелетные

метакристаллы размерами 0,001-1,5 мм, метазернистые агрегаты до 2-5 мм (редко крупнее), просечки, пленки, прожилки, выполняющие разноориентированные трещины во вмещающей породе. Концентрируется в пятнообразные (гнезда) и удлиненные (цепочечные, прожилковидные, полосовидные) скопления до 10-15 мм. Образует сростки с арсенопиритом и сульфидами полиметаллической ассоциации, корродирующими пирит-1. Содержит изометричные и удлиненные выделения сфалерита, халькопирита, галенита, борнита размерами 0,01-0,5 мм. Обрастает и замещается сфалеритом и халькопиритом, образуя каемки, прожилки и просечки в пирите-1. Образует выделения в сфалерите, часто закономерно-ориентированные, замещая пирро-

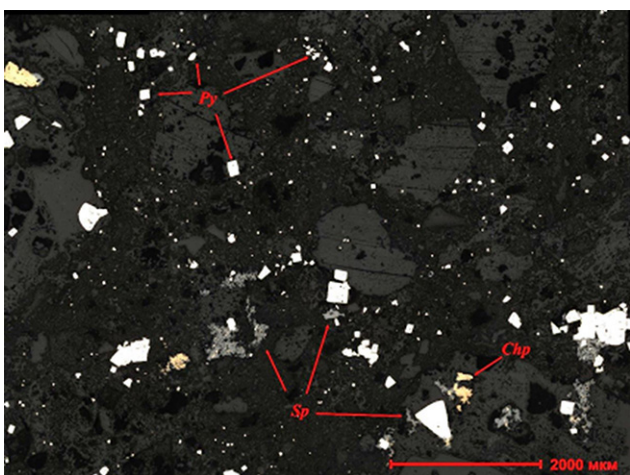


Рисунок 3 – Аншлиф. Вкрапленность зерен пирита (Py), сфалерита (Sp) и халькопирита (Chp)

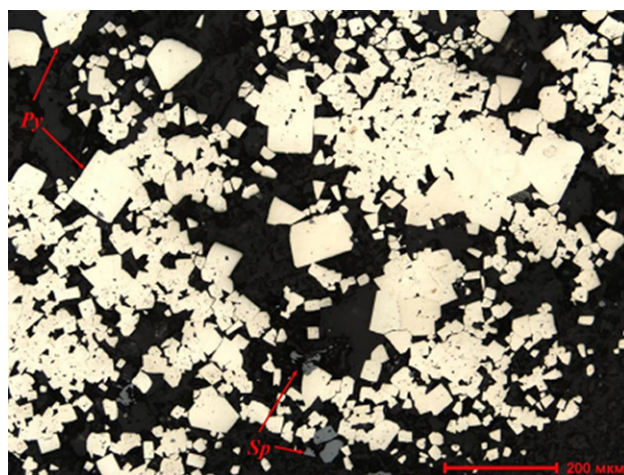


Рисунок 4 – Аншлиф. Скопления зерен пирита (Py) в сростке со сфалеритом (Sp)

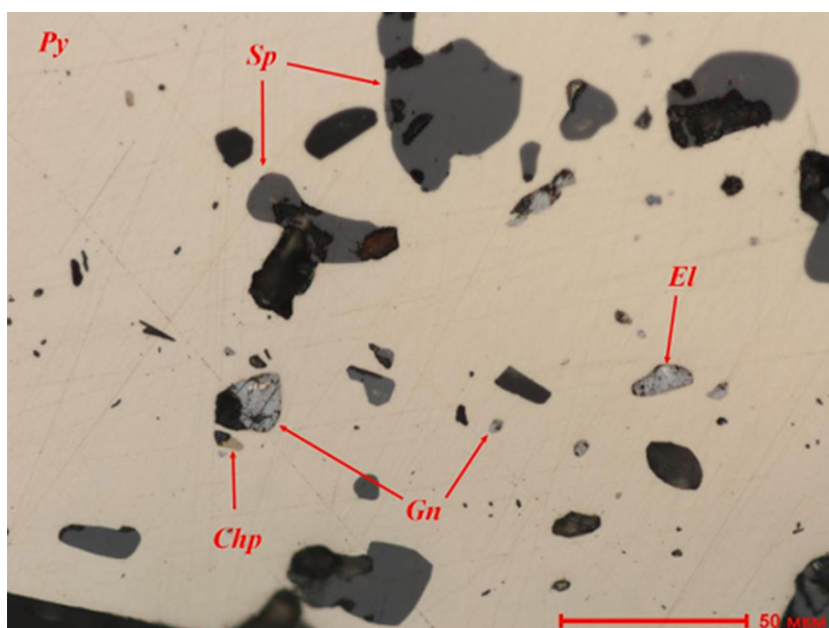


Рисунок 5 – Аншлиф. В пирите (Py) включения зерен сфалерита (Sp), галенита (Gn) и халькопирита (Chp). Электрум (El) в ассоциации с галенитом

тин либо марказит. В зоне гипергенеза замещается гидрооксидами железа.

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

Халькопирит наблюдается в виде ксеноморфных зерен и зернистых агрегатов размерами от 0,001 до 2 мм. Наблюдается в виде эмульсионных и пластинчатых выделений в сфалерите-1. Корродирует арсенопирит, пирит-1 и сфалерит, содержит их включения. В зоне окисления замещается халькозином, ковеллином, гетитом, лимонитом. Реже отмечается гипергенный борнит по халькопириту.

Пирротин – в виде агрегатов ксеноморфных зерен размерами 1-2 мм (реже – крупнее). Образует зернистые сростания с сульфидами полиметаллической ассоциации. Часто в виде каемок обрастает и корродирует выделения сфалерита, галенита, арсенопирита, пирита ранних генераций. Пирротин сохраняется нераспавшимся на глубинах свыше 200 м. При окислении замещается гетитом, лепидокрокитом.

Блеклая руда встречается относительно редко. Образуется за счет халькопирита. Обычно наблюдается в сростках с арсенопиритом, галенитом, сфалеритом-1, халькопиритом размерами до 0,1-0,3 мм. В зонах контакта блеклой руды со сфалеритом отмечаются выделения халькопирита и галенита.

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

видных прожилков в породе.

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

Выводы

В метасоматически измененных, сульфидизированных частях вулканических жерл выделяются 7 рудных тел. Морфология всех рудных тел весьма сложная и определяется данными опробования. Все рудные тела имеют горизонтальное или субгоризонтальное залегание. Рудные тела представлены сульфидизированными, метасоматически измененными от мелкообломочных до крупнообломочных туфами андезитового и смешанного состава. Основные рудные минералы: сфалерит, галенит, пирит, арсенопирит, халькопирит, пирротин, блеклая руда [5].

Выделяется две генерации золота в первичных рудах. Золото локализуется в виде изометричных и удлиненно-чешуйчатых микровключений в метакристаллах пирита и арсенопирита, а также на их поверхности, либо в кварце по периферии пирит-арсенопиритовых агрегатов. При окислении сульфидов, золото, присутствующее в составе пирита и арсенопирита в тонкодисперсном состоянии, освобождается от микропримесей, укрупняется и мигрирует. Миграция золота невелика: преобладающее его количество остается внутри псевдоморфоз гипергенных образований, развивающихся по сульфидам. Часть золота выходит за их пределы. Вследствие слабой миграции золота при окислении вкрапленных сульфидных руд образования зон вторичного обогащения не происходит, либо мощность зоны не превышает 1-2 м. Содержание золота в зоне окисления остается близким к содержанию в первичных рудах, незначительно увеличиваясь лишь за счет выноса в процессе выветривания наиболее подвижных компонентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чирков В.Ю. Отчет о результатах геологоразведочных работ на участке Жартас с геолого-экономической оценкой месторождения Коскудук Центральный и Юго-Западный. – Алматы, 2002.
2. Левин Г.Б., Алексеев Н.М., Левин Н.Г., Сайгушкин В.Н. О списании отработанных запасов золотосодержащих флюсовых руд месторождения Коскудук за 1990-1995 гг.: Отчет АО ЗДП «Кварц» по лицензии МГ № 504 от 26.06.95 г. – Алматы: Южказнедра, 2001. – 71 с.
3. Жаутиков Т.М. Металлогения и эволюционная направленность рудного процесса на месторождениях золота Казахстана // Мат. Всерос. конф. «Самородное золото, типоморфизм минеральных ассоциаций, условия образования месторождений, задачи прикладных исследований». – М.: ИГЕМ РАН. – 2010. – Том 1. – С. 193-195.
4. Baibatsha A.B., Omarova G., Dyussebayeva K.Sh., Kassenova A.T. SGEM 2016. Kokkiya – a promising for Kazakhstan gold-metasomatic type of deposit // 16th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM, Albena, Bulgaria. 2016. – pp. 289-296.
5. Рафаилович М.С. Золотоносные метасоматические формации Казахстана // Уральский геологический журнал. 2000. – № 5. – С. 41-84.

Қосқұдық кен орны рудаларының минералогиялық-петрографиялық ерекшеліктері

¹АСУБАЕВА Салтанат Калыкбаевна, г.-м.ф.к., сениор-лектор, saltanat_as_nur@mail.ru,

¹БИРЮЛИН Рустам, магистрант, rustam99@mail.ru,

²ХАМЗИНА Баян Елемесовна, т.ф.к., жоғары мектебінің басшысы, Bayanh@mail.ru,

^{1*}ОМАРОВА Гульнара Магауыяновна, PhD, сениор-лектор, omarova_gulnara@mail.ru,

¹Сәтбаев Университеті, Қазақстан, Алматы, Сәтбаев көшесі, 22а,

²Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Қазақстан, Орал, Жәңгір хан көшесі, 51,

*автор-корреспондент.

Аңдатпа. Қосқұдық алтын-күміс кен орны рудаларының заттық құрамы және минералдардың әртүрлі типоморфты қасиеттері, микроэлементтер, минералды парагенезистері зерттелді. Зерттелген кен орнының гипогенді кен денелерінің негізгі бөлігін кварц, серицит, карбонаттар, каолинит, хлорит және бағынышты мөлшерде барит, эпидот, альбит құрайды. Метасоматиттер мен метасоматозға ұшыраған жыныстарда сульфидтердің сеппелері және жіңішке желішектері бар, олардың мөлшері 1-5-тен 10-15%-ға дейін өзгереді. Тотыққан рудалардағы тау жыныстарын түзуші минералдарда гипергендік өзгерістердің іздері байқалады: дала шпаттары мен серициттердің орнын каолинит басады, және аз дәрежеде гидрослюда тобының минералдарымен ауыстырылады. Зерттеу барысында кендердің оқшауланған табиғи сорттарының алтын құрамының гидротермиялық-метасоматикалық өзгерістер мен қабаттасатын сульфидті минералдану дәрежесіне тікелей тәуелділігі байқалмайды. Дегенмен, алтынның ең жоғары мөлшері кварцтанған желілерде кездеседі. Пайдалы компоненттердің концентрациясы төмен кварц желілері жоқ, сульфидтермен нашар минералданған метасоматиттерге тән.

Кілт сөздер: типоморфизм, руда, минералдар, алтын, электрум, метасоматиттер, сульфидтер, минералды парагенезистер, тотыққан кендер, гидротермиялық-метасоматикалық өзгерістер.

Mineralogical and Petrographic Features of Ores of the Koskuduk Deposit

¹ASSUBAYEVA Saltanat, Cand. of Geol. and Min. Sci., Senior Lecturer, saltanat_as_nur@mail.ru,

¹BIRYULIN Rustam, master student, rustam99@mail.ru,

²KHAMZINA Bayan, Cand. of Tech. Sci., Head of the Higher School, Bayanh@mail.ru,

^{1*}OMAROVA Gulnara, PhD, Senior Lecturer, omarova_gulnara@mail.ru,

¹Satbayev University, Kazakhstan, Almaty, Satbayev Street, 22a,

²Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian and Technical University, Kazakhstan, Oral, Zhangir Khan Street, 51,

*corresponding author.

Abstract. The material composition of ores and various typomorphic properties of minerals, element-impurities, mineral parageneses of the Koskuduk gold-silver deposit, have been studied. The main part of the hypogene ore bodies of the studied deposit is composed of quartz, sericite, carbonates, kaolinite, chlorite with a subordinate amount of barite, epidote, and albite. Metasomatites and metasomatized rocks contain dissemination and thin veinlets of sulfides, the amount of which varies from 1-5 to 10-15%. Rock-forming minerals in oxidized ores bear traces of supergene changes: feldspars and sericite are replaced by kaolinite, and, to a less extent, by minerals of the hydromicaceous group. In the way of the investigation, a direct dependance of the gold content of isolated natural varieties of ores on the degree of hydrothermal-metasomatic transformations and superimposed sulfide mineralization is not observed. However, the highest gold contents are found in the veinlet silicification zones. Low concentrations of useful components are peculiarity of metasomatites poorly mineralized with sulfides without quartz veinlets.

Keywords: typomorphism, ore, minerals, gold, electrum, metasomatites, sulfides, mineral parageneses, oxidized ores, hydrothermal-metasomatic transformations.

REFERENCES

1. Chirkov V.YU. Otchet o rezultatah geologorazvedochnyh rabot na uchastke ZHartas s geologo-ekonomicheskoy ocenкой mestorozhdeniya Koskuduk Central'nyj i YUgo-Zapadnyj. – Almaty, 2002.
2. Levin G.B., Alekseev N.M., Levin N.G., Sajgushkin V.N. O spisanii otrabotannyh zapasov zolotosoderzhashchih flyusovyh rud mestorozhdeniya Koskuduk za 1990-1995 gg.: Otchet AO ZDP «Kvarc» po licenzii MG no. 504 ot 26.06.95 g. – Almaty: YUzhkaznedra, 2001. – 71 p.
3. ZHautikov T.M. Metallogeniya i evolyucionnaya napravlennost' rudnogo processa na mestorozhdeniyah zolota Kazahstana. Mat. Vseros. konf. «Samorodnoe zoloto, tipomorfizm mineral'nyh asociacij, usloviya obrazovaniya mestorozhdenij, zadachi prikladnyh issledovaniy». – Moscow: IGEM RAN. – 2010. – Tom 1. – pp. 193-195.
4. Baibatsha A.B., Omarova G., Dyussebayeva K.Sh., Kassenova A.T. SGEM 2016. Kokkiya – a promising for Kazakhstan gold-metasomatic type of deposit. 16th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM, Albena, Bulgaria. 2016. – pp. 289-296.
5. Rafailovich M.S. Zolotonosnye metasomaticheskie formacii Kazahstana. Ural'skij geologicheskij zhurnal. 2000. – No. 5. – pp. 41-84.