

УДК: 552.311:553 (575.1)
doi: 10.55959/MSU0579-9406-4-2023-63-2-60-65

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ РУДНОСТЬ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАЛЬМАКЫР АЛМАЛЫКСКОГО РАЙОНА (СРЕДИННЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ)

**Феруза Бахтиёрова Каримова¹, Денис Икрамович Джуманиязов²,
Александр Вениаминович Тевелев³**

¹ Институт геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева Госкомгеологии РУз (ИГиГ), Ташкент, Республика Узбекистан; karimova.ingeo@mail.ru

² Институт геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева Госкомгеологии РУз (ИГиГ), Ташкент, Республика Узбекистан; denisbey@list.ru

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; ООО НТПП «Геопоиск», Челябинск, Россия; atevelev@yandex.ru, https://istina.msu.ru/profile/Al_Tevelev-1970/

Аннотация: В статье приводятся минералого-geoхимические особенности типов и сортов руд медно-порфирового месторождения Кальмакыр. Показаны результаты химических и масс-спектрометрических анализов отобранных проб. При описании аншлифов установлены рудные минералы и их структурно-текстурные особенности. Выявлена полиформационность и потенциальная рудносность пород глубоких горизонтов месторождения Кальмакыр. Определено, что смена медного оруденения с глубиной на медно-молибденовое обусловлена сменой диоритов монцонитоидами. Золотые и серебряные руды представляются наложенными, молодыми и связанными с дайками основного и кислого состава.

Ключевые слова: рудное поле; медно-молибденовое месторождение; метасоматиты; благородные; редкие металлы; минералого-geoхимические особенности; золото; серебро; медь; молибден

Для цитирования: Каримова Ф.Б., Джуманиязов Д.И., Тевелев А.В. Потенциальная рудносность пород месторождения Кальмакыр Алмалыкского района (Срединный Тянь-Шань) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2023. № 2. С. 60–.

POTENTIAL ORE POSSIBILITY OF ROCKS OF THE DEPOSIT KALMAKYR OF ALMALYK DISTRICT (MIDDLE TIEN-SHAN)

Feruza B. Karimova¹, Denis I. Jumaniyazov², Alexander V. Tevelev³

¹ Institute of Geology and Geophysics named after H.M. Abdullaev. State Committee of the Republic of Uzbekistan for Geology and Mineral resource, Tachkent, Uzbekistan; karimova.ingeo@mail.ru

² Institute of Geology and Geophysics named after H.M. Abdullaev. State Committee of the Republic of Uzbekistan for Geology and Mineral resource, Tachkent, Uzbekistan; denisbey@list.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; “Geopoisk” Ltd., Chelyabinsk, Russian Federation; atevelev@yandex.ru

Abstract: The article presents the mineralogical and geochemical features of the types and grades of ores of the porphyry copper deposit Kalmakyr. The chemical, mass spectrometric results of analyzes of selected samples are given. When describing polished sections, ore minerals and their structural and textural features were established. The polyformation and potential ore content of the rocks of the deep horizons of the Kalmakyr deposit was revealed. It has been determined that the change of copper mineralization with depth to copper-molybdenum is due to the change of diorite by monzonitoids. Gold and silver ores appear to be superimposed, young, and associated with basic-felsic dykes.

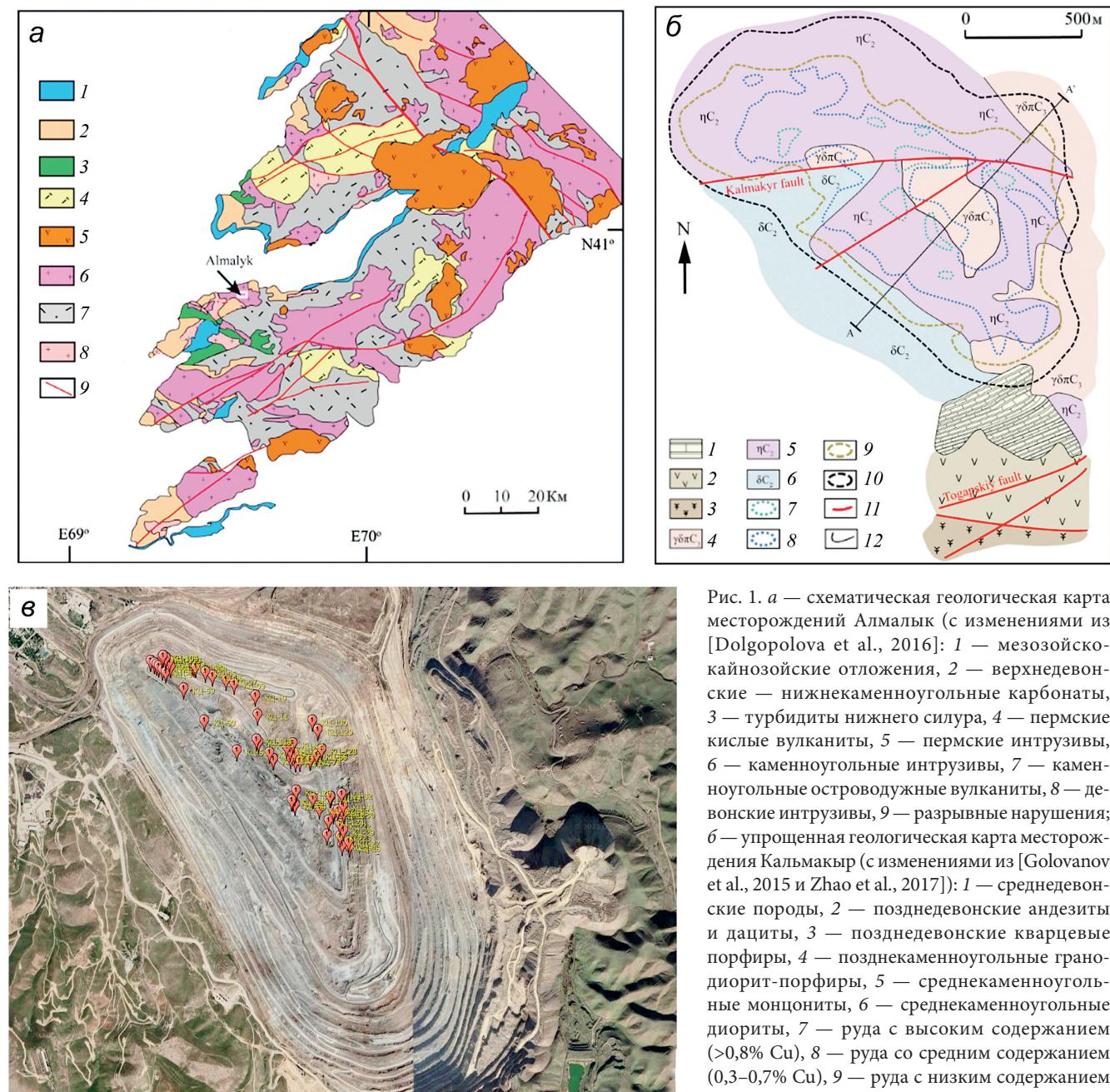
Keywords: ore field; copper-molybdenum deposit; metasomatites; noble; rare metals; mineralogical and geochemical features; gold; silver; copper; molybdenum

For citation: Karimova F.B., Jumaniyazov D.I., Tevelev A.V. Potential ore possibility of rocks of the deposit Kalmakyr of Almalyk district (Middle Tien-Shan). *Moscow University Geol. Bull.* 2023; 2: 60–. (In Russ.).

Введение. Узбекистан считается одной из самых богатых стран по запасам меди, ее запасы сконцентрированы в медно-порфировых комплексных месторождениях Алмалыкского горнорудного района. Самое крупное из них — месторождение “Кальмакыр”. Основную промышленную ценность руд месторождения Кальмакыр составляют медь, молибден, благородные металлы, а также сера, селен, теллур, рений. Медно-порфировое месторождение Кальмакыр находится в весьма благоприятных географо-экономических условиях,

оно расположено в 3 км восточнее г. Алмалыка на территории Пскентского района Ташкентской области, в междуречье нижнего течения саев Алмалык и Накпай.

Постановка задачи. Рудное поле месторождения Кальмакыр сложено осадочными, plutоническими и вулканическими породами различного состава и возраста. В его строении участвуют кварцевые порфириты, эродированные остатки карбонатной толщи доломитов и известняков, прорванные и частично ассимилированные сиенитодиоритами,



($<0.1\%$ Cu), 11 — разрывные нарушения, 12 — геологическая граница; в — линии разрезов с точками отбора каменного материала на месторождении Кальмакыр

а позднее и порфировыми интрузивами, контролирующими медно-молибденовое оруденение. Зоны их максимальной трещиноватости являются наиболее оруднелыми и подвержены метасоматическим преобразованиям [Ахунджанов и др., 2022, Каримова, Джуманиязов, 2022].

Мегаучасток месторождения Алмалык — Кальмакыр подразделяется на несколько участков. Малый Кальмакыр, расположенный в тектоническом клине между Карабулакским и Кальмакырским разломами, находится в северо-западной части Кальмакыра; к юго-востоку от него, отделенный поверхностью Кальмакырского разлома — участок Большой Кальмакыр; к юго-востоку от Большого Кальмакыра — участок Акчеку; к юго-востоку от участка Акчеку

находится участок Джаныбек. В последние годы в северо-восточной части Кальмакыра выделен также 5-й участок — Накпайсайский (рис. 1).

Основополагающими особенностями формирования супергиганта Большой Кальмакыр являются длительность и многостадийность [Ахунджанов и др., 2022]. Новые представления привели к расширению иерархии возрастных подразделений в истории образования месторождений. Помимо этапов и стадий минералообразования, многими исследователями выделяются рудоносные эпохи, соответствующие более длительным периодам предыстории — собственно формирование, преобразование и сохранение месторождений [Ахунджанов и др., 2021, 2022; Далимов, 2011; Каримова, 2020].

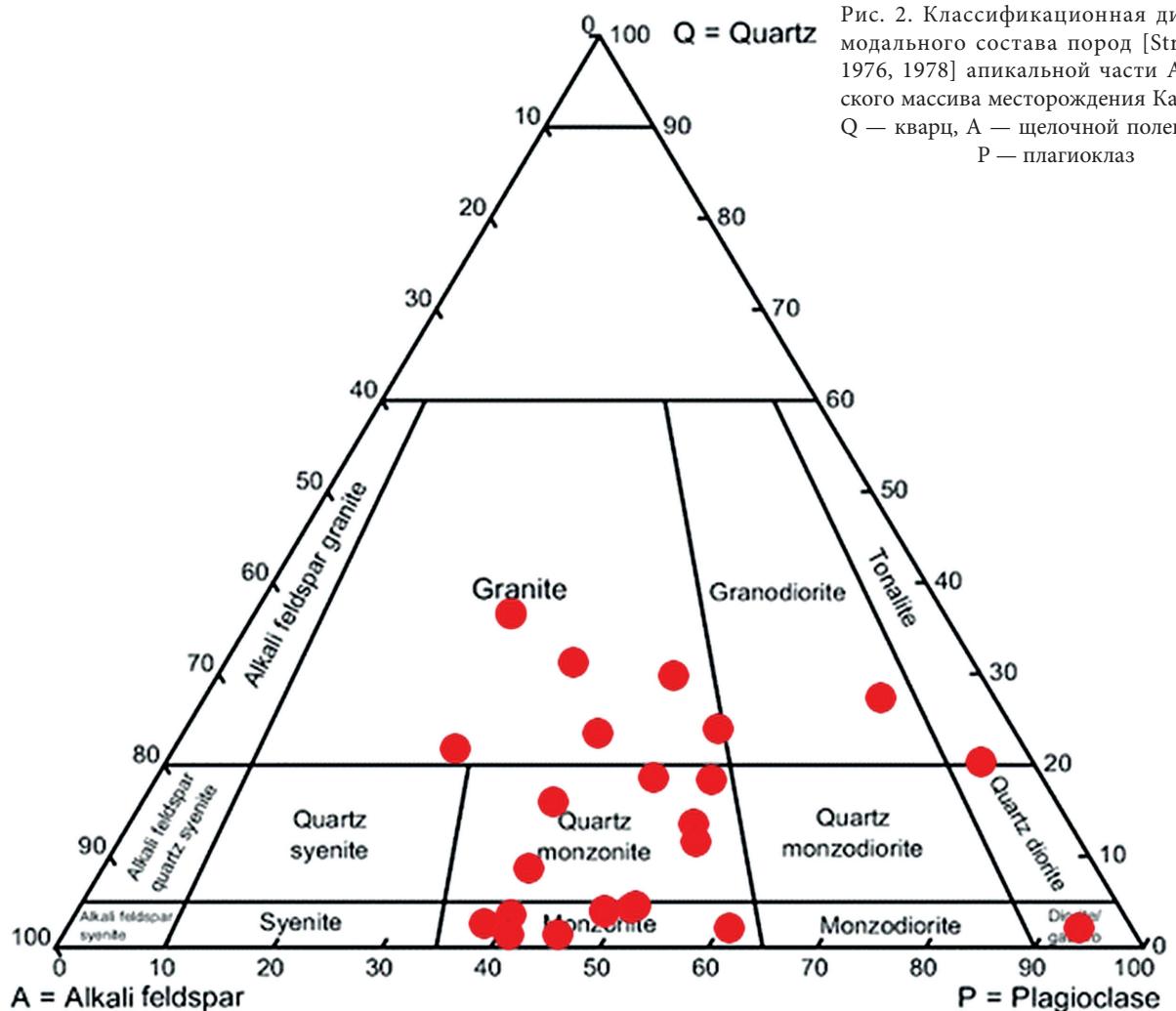


Рис. 2. Классификационная диаграмма модального состава пород [Streckeisen, 1976, 1978] апикальной части Алмалыкского массива месторождения Кальмакыр. Q — кварц, A — щелочной полевой шпат, P — плагиоклаз

Основная задача настоящей работы — выяснение характера и закономерностей оруденения нижнего горизонта месторождения Кальмакыр.

Материалы и методы исследований. Для изучения распределения петrogenных, рудообразующих, малых и редких элементов в породах нижнего горизонта месторождения Кальмакыр отобраны более 90 образцов и проведены химические, силикатные, масс-спектрометрические анализы на приборе ICP-MS-7500 Series Flilent Technologies (Япония).

Результаты исследований и их обсуждение. Обработка собранных материалов несколькими методами анализов показывает, что содержание золота и серебра на месторождении Кальмакыр значительно выше, чем на месторождении Ёшлик (Дальнее) [Каримова и др., 2022]. Содержание золота и серебра в интрузивных породах Кальмакыра также значимо.

Медно-молибденовое месторождение Кальмакыр Алмалыкского горнорудного района является уникальным среди подобных месторождений в мире по своим масштабам. Практически во всех горных породах месторождения очень высоко содержание следующих элементов: Cu, Se, Mo, Ag, Te, Re, Pt, Au, Bi. Содержание благородных металлов в породах достигает промышленных значений. Платина имеет

условное значение, так как получены неточные данные анализа, без указания конкретного содержания в породе (со знаком <). Содержание серебра в некоторых образцах достигает до 33–42 г/т, в одном из образцов (КЦ-104) — 83 г/т, а содержание золота в породах — 1–5,7 г/т (в образце КЦ-03 — 11,76 г/т).

Общее содержание редкоземельных элементов во всех образцах также достигает промышленных значений. Их сумма в исследованных породах колеблется от 11 до 176 г/т, а в нескольких образцах (КЦ-17, КЦ-102 и КЦ-03) даже 272, 408 и 643 г/т. По распределению РЗЭ породы характеризуются значительным обогащением легкими лантаноидами относительно тяжелых при отсутствии выраженных европеевых аномалий.

Изученные нами породы в большинстве своем относятся к субщелочному ряду повышенной калиевой щелочности с резким преобладанием в составе полевых шпатов ортоклазового минала. Коэффициент железистости характеризует степень дифференциации магмы при формировании горных пород (в образцах колеблется в широком диапазоне: 5,3–40). Коэффициент магнезиальности (0,01–0,4) в определенном смысле обратен коэффициенту фракционирования.

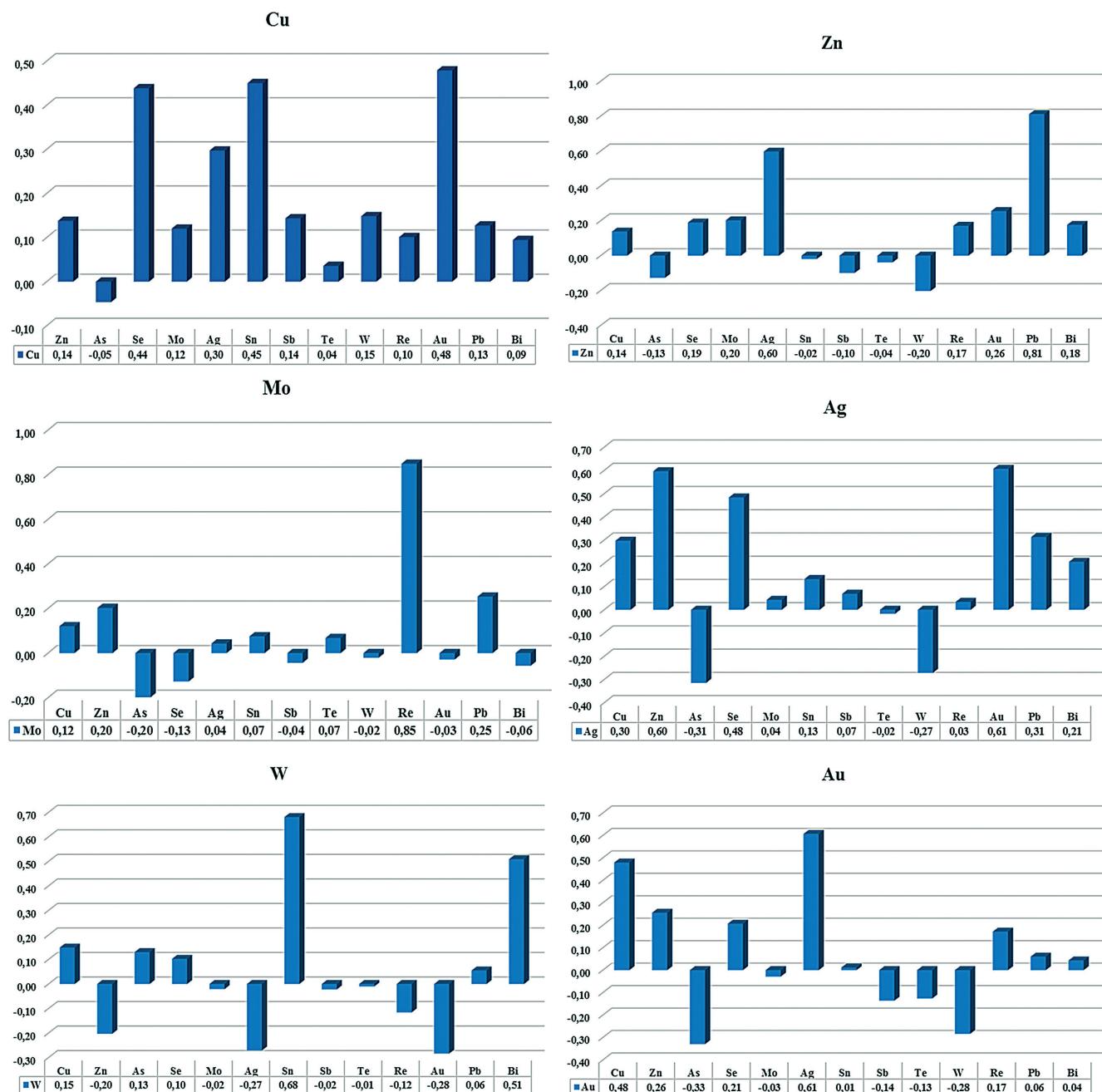


Рис. 3. Гистограмма корреляции нескольких элементов с минеральными элементами

Рудовмещающие породы месторождения Кальмакыр с начальных этапов его исследования определены как сиенодиориты, которые, согласно принятой классификации и номенклатуре, представляются монцонитоидами и являются самыми распространенными породами, занимающими около 60% площади Алмалыкского массива. С юга они ограничены Карагатгинским разломом. Среди монцонитоидов выделены две группы: сиенодиориты и монцониты (количество образцов в группах соответственно 8 и 10). Состав этих групп пород (%): пироксен — 6,8; 7,1; роговая обманка — 4,0; 6,3; биотит — 5,8; 9,6; плагиоклаз — 48,3; 35,5; калинатриевый полевой шпат — 29,4; 34,6; кварц — 2,0; 3,1; магнетит — 2,6; 2,6; акцессорные (апатит, циркон, сфен и др.) — 1,1;

1,2. Кроме этих типов пород установлены диориты, гранодиориты, граносиениты, кварцевые сиениты, сиениты и др. На классификационной диаграмме АQP породы Алмалыкского интрузива размещаются в основном в поле монцонитов и кварцевых монцонитов (рис. 2).

Имея в виду парные корреляционные зависимости, для отдельных элементов определена предполагаемая концентрация: по меди — золото, олово и селен (0,4–0,5 г/т), серебро (0,3 г/т); по цинку — свинец (0,8 г/т), серебро (0,6 г/т); по молибдену — рений (0,9 г/т); по серебру — золото, цинк и селен (0,5–0,6 г/т), медь и свинец (0,3 г/т); по вольфраму — олово (0,7 г/т) и висмут (0,5 г/т); по золоту — серебро (0,6 г/т) и медь (0,5 г/т) (рис. 3).

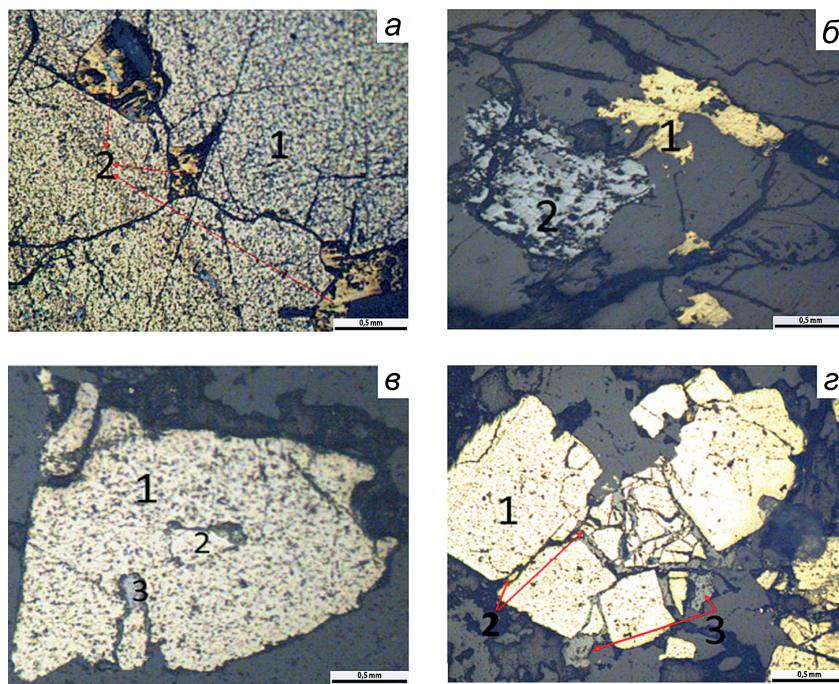


Рис. 4. Фото полированных шлифов месторождения Кальмакыр: а — пирит (1), халькопирит (2); б — халькопирит (1), сфалерит (2); в — пирит (1), арсенопирит (2), сфалерит (3); г — пирит (1), халькопирит (2), сфалерит (3)

Под микроскопом в образцах определены рудные минералы: пирит, арсенопирит, халькопирит и сфалерит (рис. 4, а-г). Форма пирита кубическая, пентагондодекаэдрическая, призматическая и неправильная (рис. 4, а). Цвет в отраженном свете желтовато-белый. Размер от 0,06 мм до 0,5 мм. Кристаллы халькопирита встречаются в различных формах в верхней части зерен пирита и в трещинах. Формы призматическая, овальная, игольчатая, прожилковая и неправильная (рис. 4, а). В отраженном свете светло-желтый. Размер от 0,0054 мм до 0,15 мм. Форма сфалерита призматическая и неправильная (рис. 4, в). Сфалерит встречается в трещинах кристаллов пирита. Форма сфалерита таблитчатая, призматическая, прожилковая и неправильная (рис. 4, в, г). В отраженном свете светло серый цвет. Размер от 0,01 мм до 0,07 мм.

По характеру метасоматических процессов на месторождении Кальмакыр наиболее развиты продукты кислотного выщелачивания, представленные главным образом пропилитами, кварц-полевошпатовыми метасоматитами, березитами (рис. 5), соответственно, сопровождающими основные типы руд — цветных (Cu, Pb, Zn), редких (W, Mo), благородных (Au, Ag, Pt) и других металлов.

Монцодиориты интенсивно метасоматически изменены. В них выражены биотитизация, хлоритизация, калишпатизация, серицитизация, альбитизация, пелитизация и реже эпидотизация (рис. 5, а), однако в монцодиоритах сохранились реликты первичной структуры исходных пород. Вторичный биотит занимает около 15% от всей породы, он представлен чешуйчатыми и листоватыми кристаллами, плеохроирует от светло-бурого до темно-бурого. Порода обогащена рудными минералами (около 15% объема) в виде вкрапленников изометричного габитуса, рассечена прожилками кварца. Важно отметить, что в породе в количестве не менее 5% присутствует мелкая вкрапленность акцессорного апатита, который возможно и содержит редкоземельные элементы. На рис. 5, б в центральной части видны листочки бурого вторичного биотита, левее от него наблюдаются мелкие кристаллы эпидота с высоким рельефом. Вмещающие полевые шпаты сассюритизированы, в нижней части фото шлифа — призматический актинолит, а также округлые и удлиненные зернышки апатита с высоким рельефом.

Выводы. Согласно определениям на массспектрометре нижние оруденелые уровни месторождения Кальмакыр, вне зависимости от типа пород

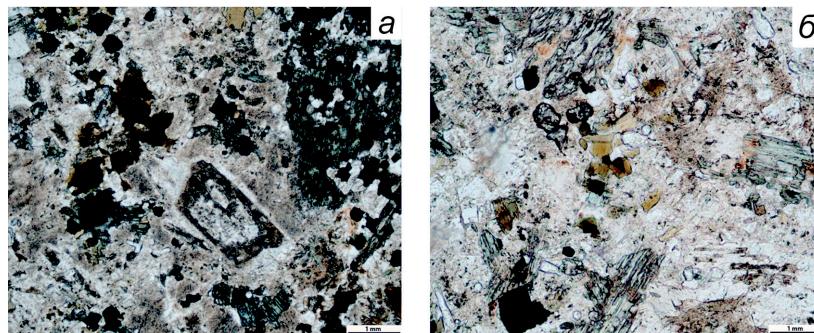


Рис. 5. Фото прозрачных шлифов монцодиорита. Без анализатора

обогащены K, Cu, Mo, W, Sn, Pb, Re, Yb, Au, Ag, As, Sb, Se, Te, Pt, Tl, Hf, Cr и B. В связи с вышеизложенным мы предполагаем потенциальную металлогеническую специализацию Кальмакыра на оруденение, аналогичное Большому Алмалыку [Ахунджанов и др., 2021; 2022]. Кроме того, в породах Кальмакыра содержание золота и серебра имеет промышленное значение, что также служит восполнению минерально-сырьевой базы Республики Узбекистан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ахунджанов Р., Каримова Ф.Б., Джуманиязов Д.И.* Рудоносность глубоких горизонтов месторождения Кальмакыр (Алмалыкский район, Срединный Тянь-Шань) // Геология и минеральные ресурсы. 2022. № 3. С. 33–46.
- Ахунджанов Р., Каримова Ф.Б., Джуманиязов Д.И.* Рудоносные монцонитоиды медно-молибденового месторождения Ёшлик (Дальнее) Алмалыкского района (Республика Узбекистан) // Геология и минеральные ресурсы. 2021. № 3. С. 43–49.
- Далимов Т.Н.* Межрегиональная корреляция и основные проблемы палеозойского магматизма Западного Тянь-Шаня // Геология и минеральные ресурсы. 2011. № 1. С. 3–17.
- Каримова Ф.Б.* Плутонические дайки золото-серебряных месторождений Алмалык-Ангренского района. Ташкент: Lesson Press, 2020. 113 с.
- Каримова Ф.Б., Джуманиязов Д.И.* Полиформационность медно-порфировых месторождений Алмалыка // Материалы международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства — залог прогресса и процветания», Навои. 2022. С. 129–132.
- Каримова Ф.Б., Джуманиязов Д.И., Усманова Ш.В., Тевелев А.В.* Минералого-geoхимические особенности месторождения Ёшлик (Алмалык-Ангренский горнорудный район, Узбекистан) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2022. № 5. С. 95–98.
- Golovanov I.M., Seltmann R., Kremenetsky A.A.* The Porphyry Cu-Au/Mo Deposits of Central Euroasia: 2. The Almalyk (Kalmakyr-Dalnee) and Saukulak Cu-Au Porphyry Systems. Uzbekistan // Super porphyry copper and gold deposits: A global perspective. SA: PGC Publishing. Adelaide. 2005. Vol. 2. P. 513–523.
- Dolgopolova A., Seltmann R., Konopelko D. et al.* Geo-dynamic evolution of the western Tien-Shan. Uzbekistan: Insight from U-Pb SHRIMP geochronology and Sr-Nd-Pb-Hf isotope mapping of granitoids // Gondwana Research. 2016. Vol. 47. P. 76–109.
- Streckeisen A.* IUGS Subcommission on the systematics of igneous rocks. Classification and melilite rocks. Recommendations and suggestions // Neues Jahrbuch für Mineralogie. Stuttgart. Abhandlungen. 1978. Vol. 143. P. 1–14.
- Streckeisen A.* To each plutonic rock its proper name // Earth / Sci. Rev. Intern. Mag. for Geo-Sci. Amsterdam. 1976. Vol. 12. P. 1–33.
- Zhao X.B., Xue C.J., Chi G.X. et al.* Zircon and molybdenite geochronology and geochemistry of the Kalmakyr porphyry Cu-Au deposit Almalyk district Uzbekistan: Implications for mineralization processes // Ore Geology Reviews. 2017. Vol. 86. P. 807–824.

Выявлена полиформационность и потенциальная рудоносность глубоких горизонтов месторождения Кальмакыр. Определено, что смена медного оруденения с глубиной на медно-молибденовое обусловлена сменой вмещающих диоритов монцонитоидами. Руды золота и серебра представляются наложенными, молодыми и связанными с дайками основного и кислого состава [Каримова, Джуманиязов, 2022].

Статья поступила в редакцию 12.02.2023,
одобрена после рецензирования 22.03.2023,
принята к публикации 22.05.2023