

Редкометалльно-полиметаллическое оруденение Кошмансайского рудного поля (Восточный Узбекистан)

Rare metal-polymetallic mineralization of Koshmansay ore field (Eastern Uzbekistan)

**Ежков Ю. Б., Рахимов Р. Р., Холиёров А. Т.,
Тошметов У. Х.**

**Ezhkov Yu. B., Rahimov R. R., Holiyorov A. T.,
Toshmetov U. H.**

Кошмансайское рудное поле расположено в южной части гранитоидного Чаткальского батолита, в бассейне р. Кошмансай. Вмещающая среда гранитоидов – карбонатные нижнекаменноугольные отложения, подвергнутые прежде всего интенсивному скарнированию. В геологическом строении скарнового редкометалльно-полиметаллического месторождения Кошмансай принимают участие осадочно-метаморфические породы, вулканиты и гранитоиды.

В распределении рудообразующих и сопутствующих элементов определённую роль играет их морфогенетический тип. Так, в биметасоматических скарнах в минералах больше накапливаются Cu, Zn, Ni, Te, Tl, Ge, в инфильтрационных скарнах – Ag, Pb, Bi, Cd, Sb, Co. Сульфидная полиметаллическая минерализация в скарнах ассоциирует с кварцем и кальцитом.

Кошмансайское рудное поле обладает отчётливой геохимической зональностью, подразделяясь на Кошмансайское редкометалльно-полиметаллическое месторождение на верхних уровнях и Нижнекошмансайское редкометалльно-медное рудопроявление на нижних. Тем не менее рудные тела формировались в сходной термодинамической обстановке, что позволяет рассматривать рудное поле как единую геохимическую аномалию.

Вертикальная геохимическая зональность ореолов рудообразующих элементов позволяет предположить расширение перспектив месторождения на глубину.

Ключевые слова: свинец, цинк, медь, висмут, вольфрам, серебро, скарн, роговики, изоконцентрации элементов, месторождение Кошмансай.

The Koshmansai ore field is located in the southern part of the granitoid Chatkal batholith, in its apical ledge and exocontact zones, in the Koshmansai river basin. The host environment of the granitoids is Lower Carboniferous carbonate rocks, which were primarily affected by intensive skarnification. Sedimentary-metamorphic and volcanics rocks and granitoids constitute the geological structure of the skarn rare-metal-polymetallic Koshmansai deposit.

In the distribution of ore-forming and associated elements in the mineral phases of skarn orebodies, their morphogenetic type plays a certain role. Thus, in bi-metasomatic skarns, minerals accumulate more Cu, Zn, Ni, Te, Tl, Ge. In infiltration skarns, these are Ag, Pb, Bi, Cd, Sb, Co. Sulfide polymetallic mineralization in skarns is associated with quartz and calcite.

The Koshmansai ore field has a distinct geochemical zoning, which can be subdivided into the Koshmansai rare-metal-polymetallic deposit at the upper levels of the ore field and the Nizhnekoshmansai rare-metal-copper ore occurrence at its lower levels. Nevertheless, orebodies formation proceeded in a similar thermodynamic environment, in the conditions of upper shielding at low temperature gradients, which makes it possible to consider the ore field as a single geochemical anomaly. The vertical geochemical zoning of ore-forming element halos determined by their concentration at the lower section levels of the Koshmansai deposit skarn orebodies suggests the expansion of its prospects in depth.

Keywords: lead, zinc, copper, bismuth, tungsten, silver, skarn, hornfels, isoconcentrations of elements, Koshmansai deposit.

Для цитирования: Ежков Ю. Б., Рахимов Р. Р., Холиёров А. Т., Тошметов У. Х. Редкометалльно-полиметаллическое оруденение Кошмансайского рудного поля (Восточный Узбекистан). Руды и металлы. 2021. № 4. С. 60–74. DOI: 10.47765/0869-5997-2021-10028.

For citation: Ezhkov Yu. B., Rahimov R. R., Holiyorov A. T., Toshmetov U. H. Rare metal-polymetallic mineralization of Koshmansay ore field (Eastern Uzbekistan). Ores and metals, 2021, № 4, pp. 60–74. DOI: 10.47765/0869-5997-2021-10028.

Кошмансайское рудное поле расположено в южной части гранитоидного Чаткальского батолита, в его апикальном выступе и экзо-контактных зонах, в бассейне р. Кошмансай (рис. 1). Вмещающая среда гранитоидов – карбонатные нижнекаменноугольные отложения, подвергнутые в первую очередь интенсивному скарнированию. Рудное поле вытянуто более чем на 10 км в северо-западном направлении, с размещением на его юго-восточном фланге скарново-рудных тел месторождения Кошмансай, а на северо-западном – подобных же тел Нижнекошмансайского рудопроявления.

Геолого-структурное положение и контактово-метасоматические преобразования. Геология рудного поля и вещественный состав руд ранее изучались В. Н. Пузиковым, В. Н. Аполлоновым, А. Я. Лаухиным [3], Т. М. Мацкиной [4] и др. В настоящем же исследовании мы освещаем результаты проведённого минералого-геохимического опробования практически всего Кошмансайского рудного поля, а данные по изучению эндогенных ореолов рассеяния рудных и редких элементов приведены главным образом в пределах собственно скарнового редкометалльно-полиметаллического месторождения Кошмансай.

Анализ распределения свинцово-цинкового оруденения в рудном поле показывает снижение интенсивности оруденения от месторождения Кошмансай к Нижнекошмансайскому рудопроявлению. Считается, что при почти полной идентичности состава вмещающих пород на всём протяжении рудного поля наиболее вероятная причина этого явления в скарнах – различные масштабы рудообразующих процессов на разных глубинах его формирования: месторождение Кошмансай расположено на отметках 2400–2600 м, а Нижнекошмансайское рудопроявление – 1500–1600 м. В связи с естественными условиями рельефа рудное поле оказалось обнажено на глубину около 1000 м, что подтверждается сменой отложений верхней части разреза, вскрытых на месторождении Кошмансай, отложениями его нижней части на площади Нижнекошмансайского рудопроявления. В геологическом строении скарнового редкометалльно-полиметал-

лического месторождения Кошмансай принимают участие осадочно-метаморфические породы, вулканиты и гранитоиды. Серые и светло-серые, средне- и толстослоистые относительно чистые мраморизованные известняки визейского яруса нижнего карбона слагают в основном левый борт р. Кошмансай и в виде провесов кровли интрузии размещаются на водоразделе между реками Кошмансай и Арпапая. Суммарная мощность известняков не превышает 350–450 м. В средней части разреза залегает горизонт зеленовато-серых тонкослоистых кремнистых известняков с маломощными, до 5–6 см, прослойками волластонита. Мощность горизонта 90–100 м.

Вулканиты $C_1n-C_2b_1$ (видимо, их покровная часть) несогласно перекрывают известняки и слагают водораздельную часть хребта Ташкескен и его северные склоны. В составе вулканитов известны туфы, тёмно-серые порфириты, фельзит-порфиры, диабазовые и плагиоклазовые порфириты.

Крупно- и среднезернистые адамеллиты, мелкозернистые лейкократовые граниты, граносиениты и сиенодиориты – эндоконтактные фации и дополнительные интрузии кислых гранитоидных дифференциатов Чаткальского интрузива. Среди жильных пород известны диоритовые порфириты, гранит-гранодиорит и адамеллит-порфиры, лампрофиры, диабазовые порфириты и фельзит-порфиры.

Простираание даек в основном северо-западное, падение северо-восточное (75–85°), реже наблюдаются дайки с северо-восточным простираанием и крутым падением на северо-запад (85–90°).

На площади месторождения известняки образуют асимметричную складку северо-восточного простираания с пологопадающим северо-восточным крылом (10–15°) и крутопадающим северо-западным (70–90°). Свод антиклинали обнажён в верховьях сухого Скального сая.

Дизъюнктивные нарушения проявляются главным образом в виде небольших разломов и трещин, маркируются дайками, полосами гидротермальных изменений и зонами брекчированных пород.

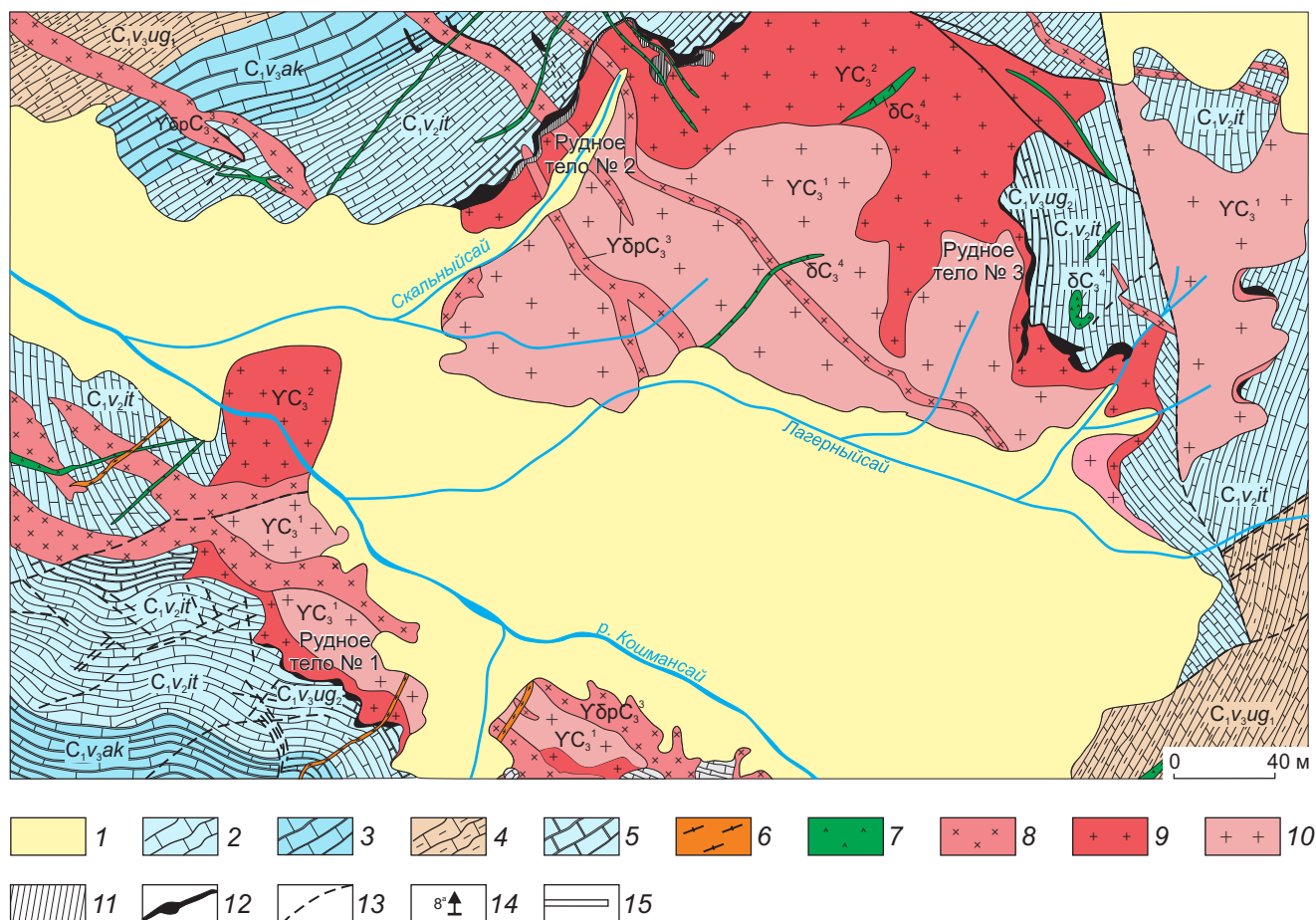


Рис. 1. Геологическая карта редкометалльно-полиметаллического месторождения Кошмансай:

1 – четвертичные отложения (Q); нижнекаменноугольные отложения: 2 – средне- и крупнозернистые мраморы (C_{1v2it}), 3 – мраморизованные слоистые известняки с кремнистыми желваками и прослоями волластонита (C_{1v3ak}), 4 – доломитизированные известняки и доломиты (C_{1v3ug1}), 5 – эпидот-кварц-волластонитовые роговики (C_{1v3ug2}); интрузивные образования: 6 – фельзит-порфиры (YC_3^5), 7 – диабазовые порфиры (δC_3^4), 8 – гранодиорит-адамеллит-порфиры ($Y\delta pC_3^3$), 9 – мелкозернистые граниты и гранит-порфиры (YC_3^2), 10 – крупнозернистые биотитовые граниты (YC_3^1); 11 – скарновые тела безрудные; 12 – скарно-рудные тела; 13 – разрывные нарушения; 14 – штольня; 15 – скважины

Fig. 1. Geological map of the Koshmansai rare-metal-polymetallic deposit:

1 – Quaternary deposits (Q); Lower Carboniferous deposits: 2 – medium- to coarse-grained marbles (C_{1v2it}), 3 – marbled laminated limestone with siliceous nodules and wollastonite bands (C_{1v3ak}), 4 – dolomitized limestone and dolomite (C_{1v3ug1}), 5 – epidote-quartz-wollastonite hornfels (C_{1v3ug2}); intrusive rocks: 6 – felsic porphyries (YC_3^5), 7 – diabase porphyrites (δC_3^4), 8 – granodiorite-adamellite porphyries ($Y\delta pC_3^3$), 9 – fine-grained granite and granite porphyries (YC_3^2), 10 – coarse-grained biotite granites (YC_3^1); 11 – barren skarn bodies; 12 – skarn orebodies; 13 – faults; 14 – adit; 15 – drillholes

В пределах месторождения выделяются контактово-биметасоматические и инфильтрационно-метасоматические типы известковых скарнов. Биметасоматические скарны размещаются: на контактах мраморов и мраморизованных известняков с гранитоидами; дайками гранодиорит- и гранит-порфиров в межформационных нарушениях на контакте мраморизованных известняков с кислыми вулканами. Инфильтрационные скарны развиваются вдоль зон тектонических нарушений (жилоподобные тела) и на участках пересечения различных систем трещин или небольших разломов (трубчатые тела).

Рудовмещающие породы – пироксеновые и гранат-пироксеновые скарны, тогда как гранатовые, эпидотовые и волластонитовые практически безрудны; слабо минерализованы известково-силикатные роговики. Форма оруденых скарнов разнообразна и определяется рудолокализирующими структурами. Размеры изменяются в широких пределах: длина от 22 м до 1 км, мощность от 1 до 60 м. У трубчатых тел площадь выхода от 50 до 200 м².

На месторождении выделяются следующие типы минерализации:

- безводные алюмосиликаты (гранаты, пироксены, волластонит, родонит, шеелит);
- гидротермально-метасоматические преобразования скарнов (амфиболы, эпидоты, др.);
- железоксидная (магнетит, гематит);
- кварцево-карбонатно-сульфидная.

Текстура руд вкрапленная, прожилково-вкрапленная и прожилковая с переходами в петельчатую и такситовую. Структура интерстиционная, аллотриоморфнозернистая и гипидиоморфнозернистая. Почти во всех скарново-рудных телах преобладают алюмосиликаты, объём которых не превышает 60–70 % от общей массы, а также карбонат и кварц, объём которых обычно достигает 20 %.

Состав и характер минерализации определяются минералого-геохимическими особенностями вмещающей среды – в известняках образуются известковые скарны (Mn-диопсид-салит, Mn-геденбергит, гроссуляр-андрадит и др.), для алюмосиликатов и некоторых сульфидов характерна повышенная примесь мар-

ганца и железа; иногда наблюдается марганцовистый минерал – родонит. В мезотермальном диапазоне формирования сульфидного и оксидного оруденения характерный жильный минерал – кварц.

Сульфидная полиметаллическая минерализация в скарнах ассоциирует с кварцем и кальцитом, она наиболее обильна и разнообразна в рудах собственно месторождения Кошмансай. Здесь возникают скопления сплошных сульфидов типа колчеданных руд, для которых характерны также различные сульфосолы. Геохимия руд выделяется примерно равным соотношением свинца и цинка. Сфалерита и галенита обычно больше, чем дисульфидов железа. Медь, отчасти висмут образуют повышенные концентрации только в единичных рудных телах, иногда в них отмечается также довольно высокая концентрация серебра (вплоть до образования его самостоятельных минералов – акантита и др.).

Гранитоидные породы, включая и жильные образования, весьма незначительно затронуты контактово-метасоматическими процессами, которые, как правило, представлены маломощными зонками скарнированных пород. В них фиксируются эпидот, гранат и тремолит, из вторичных – обильные кварц, карбонат, хлорит.

Собственно контактовые изменения существенно чистых известняков состоят лишь в их интенсивной перекристаллизации с изменением текстурно-структурных особенностей. Вблизи контактов и зон трещиноватости это кристаллические мраморы, обычно осветлённые, обладающие гранобластовой структурой; с удалением от контактов породы слабо мраморизованы и представлены часто неравнозернистыми известняками. Метаморфизованные в различной степени карбонатные породы характеризуются магнезиальной новообразованной ассоциацией: форстерит, хондродит, гумит (клиногумит), диопсид, шпинель, тремолит, тальк, флогопит. Среди них устойчиво оформляются в пространстве ассоциации: форстерит, хондродит, диопсид, тальк; диопсид, хондродит, форстерит (шпинель), тальк; форстерит, тремолит, кварц (доломит).

Наиболее внешние части ореола контактового метаморфизма отличаются наличием единичных тремолита, гидромусковита, флогопита, кварца и доломита. Прослой мергелистых и кремнистых известняков преобразованы в полосчатые силикатные и известняково-силикатные роговики. Они слагают достаточно широкую зону отчётливо полосчатых роговиков, состоящих из тонкозернистых, тонкополосчатых, часто перемежающихся прослоев различного состава: кальцит-эпидот-волластонит-кварцевого, волластонит-пироксен-кварцевого, эпидот-волластонитового и эпидот-гранат-кварцевого. Изредка с кварц-волластонитовыми роговиками ассоциирует единичный крупнокристаллический флюорит.

Указанные роговики переслаиваются с маломощными линзовидными телами волластонит-кальцитовых и чисто волластонитовых мраморов. Последние представляют собой белые плотные крупнокристаллические образования, сложенные в основном крупношестоватым (спутанно-лучистым) волластонитом. Волластонит часто замещается (по ветвящейся трещиноватости и в виде пятен) мелкоагрегатными скоплениями эпидота, кальцита и тремолита. Роговики в той или иной степени затронуты процессами скарнообразования, приводящими в отдельных участках к появлению пород типа скарноидов [1].

Из постмагматических процессов, проявленных во вмещающих карбонатных породах месторождения, наиболее широко представлена доломитизация. Доломит распределяется в мраморах неравномерно, от незначительной (5–15 %) вкрапленности до локальных насыщенных участков (50–80 %). Зёрна новообразованного доломита значительно более светлые и чистые (свободные от пигментаций), овально-ромбической формы, с неправильными очертаниями. Часто кристаллы доломита почти полностью замещают зёрна и скопления форстерита, хондродита и др. Выделенные наиболее интенсивные участки доломитизации в общем повторяют контуры зон магнезиальной минералого-парагенетической ассоциации.

Таким образом, завершая изучение контактово-метасоматических преобразований на

месторождении Кошмансай и привлекая при этом результаты микроисследований скарново-рудных тел, можно выделить среди них эталонный (типовой) объект – рудное тело № 2, представленное пироксен-геденбергитовым скарном (рис. 2). Пироксен (от 10 до 25 % породы) преимущественно реликтовый. Замещён в кристаллах серпентино-тальковыми и карбонатными (реже с хлоритом) образованиями от трещинного заполнения по спайности до полных псевдоморфоз как отдельных зёрен и скоплений, так и участков скарна (серпентинизированная порода). Серпентин и карбонат (до 6 % скарна) присутствуют в агрегатных скоплениях и микропрожилках (совместно или раздельно). В участках наиболее интенсивных серпентино-карбонатных преобразований скарнов наблюдается насыщение рудной минерализацией (до 30 %). Также отмечены обильные скопления гидроксидов железа (гематит, лимонит и др.).

В целом участки контактов с крутым погружением кровли гранитоидного массива вмещают более крупные скарново-рудные залежи, а карбонатные породы при этом несут следы слабого метаморфизма. В местах полого залегания кровли интрузии карбонатные породы выделяются по более широким и интенсивным преобразованиям, но скарновые тела обычно маломощные, хотя и сравнительно выдержанные по простиранию.

Минералого-геохимические особенности рудного процесса. В Кошмансайском рудном поле вещественный состав скарново-рудных тел изучался по 83 минералого-геохимическим пробам, в которых были установлены 65 минералов. Этапы и стадии минералообразования наиболее интересных из них приведены в табл. 1. При отборе протолок на месторождении Кошмансай в карбонатных породах выявлены кварц-кальцит-гематитовые жилы с медно-висмутовой минерализацией, выполняющие зоны дробления в секущих тектонических трещинах, в 100 м западнее рудного тела № 2. Эти образования интересны тем, что в них впервые для месторождения Кошмансай был установлен теллурид висмута – жозеит-В (проба 12105). Позднее жозеит-В был

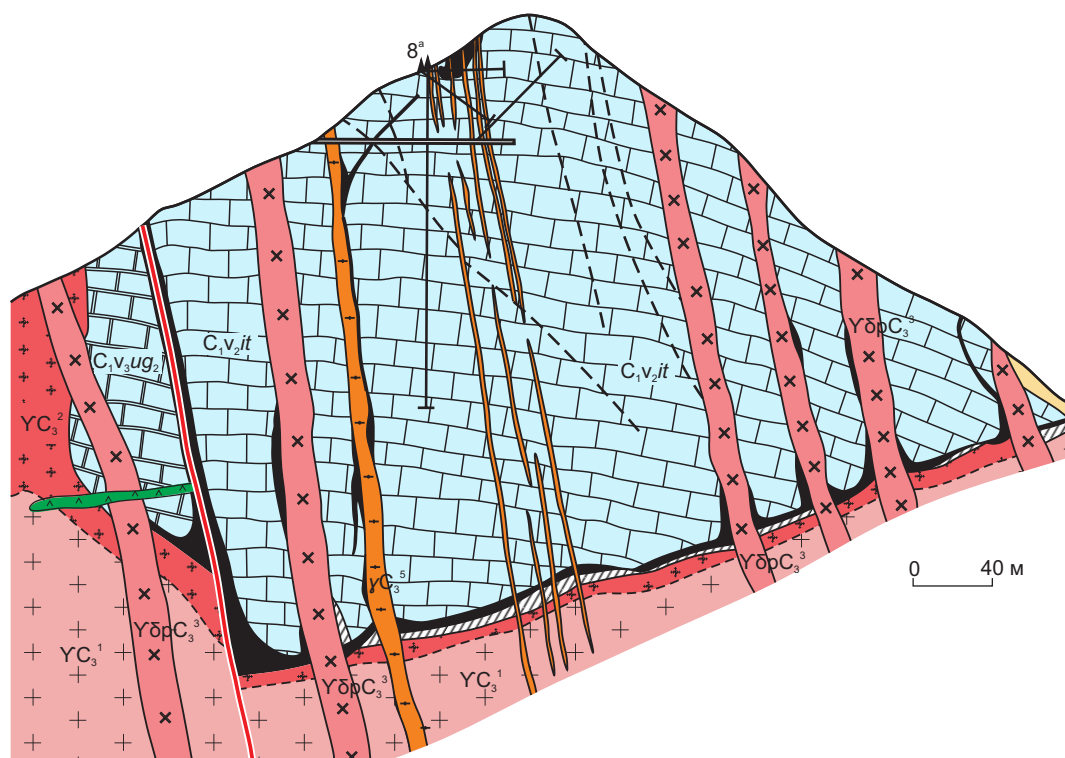


Рис. 2. Геологический разрез через скарново-рудное тело № 2 Кошмансайского редко-металльно-полиметаллического месторождения:

усл. обозн. см. рис. 1

Fig. 2. Geological section across the skarn orebody #2 of the rare metal-polymetallic Koshmansai deposit:
see Fig. 1 for legend

обнаружен ещё в 11 протолочках практически во всех частях рудного поля. Кроме того, жозеит является одним из основных рудных минералов на близрасположенном шеелит-висмутовом рудопроявлении Кошмансай-II (пробы 10148 – 531 г/т, 10149 – 11 722 г/т).

Почти всегда в минералого-геохимических пробах присутствует шеелит, но самые большие его содержания отмечены только на рудопроявлениях Нижнекошмансайское (протолочка 11134 – 40 072 г/т) и Кошмансай-II, где шеелит является ведущим рудным минералом (протопочки 10148 – 10 706 г/т, 10149 – 4313 г/т). На месторождении Кошмансай только на водоразделе рек Кошмансай и Арпапая в протолочке 10131 шеелит отмечен в количестве 5297 г/т. В протолочках, отобранных из

рудных тел №№ 2, 3, 4 и 13, шеелит установлен в количестве > 1000 г/т.

Рассмотрим основные особенности распределения содержаний рудных и сопутствующих элементов в минералах Кошмансайского рудного поля по данным химического анализа (табл. 2).

Пирит – самый распространённый из рудных минералов. В отличие от других рудообразующих сульфидов он отлагается многократно в течение всего рудного процесса.

В пирите содержание марганца достигает 0,1%, никеля и кобальта – 0,001 и 0,01 %; при этом кобальта примерно в пять раз больше, чем никеля в пирите из биметасоматических скарнов, а в инфильтрационных телах уже двукратно преобладает никель. Содержание

Табл. 1. Схема последовательности минералообразования редкометалльно-медно-полиметаллического (с Bi, W) оруденения Кошмансайского рудного поля

Table 1. Scheme of mineral formation sequence of the rare metal-copper-polymetallic (with Bi-W) mineralization at the Koshmansai ore field

Этапы минералообразования				
Метасоматический	Метаморфогенно-гидротермальный	Гидротермальный		Экзогенный
Стадии минералообразования				
Безводные Ca-Fe-Mg-Mn алюмосиликаты с шеелитом	Ореол контактового преобразования карбонатных пород	Fe-оксидно-кварц-карбонатная	Сульфидная	Водно-Fe-Mn-оксидная
Диопсид-салит	Волластонит	Магнетит	Пирит	Лимонит
Геденбергит	Форстерит	Гематит	Халькопирит	Mn-охры
Гроссуляр–андрадит	Диопсид-II	Кварц	Сфалерит	
Родонит	Тремолит	Карбонат	Галенит	
Шеелит	Флогопит		Жозеит-B	
	Серпентин		Акантит	
	Шпинель		Фрейбергит	
	Доломит			
	Эпидот			
	Гидромусковит			
	Кальцит			

молибдена 0,0001n % наиболее высоко в пиритах рудного тела № 17, им же свойственно и более высокое, по сравнению с остальными, содержание олова. Содержание мышьяка отмечено лишь в отдельных пиритах и характеризуется очень большим варьированием; вместе с мышьяком отмечается значительное содержание сурьмы (300 г/т). Концентрация серебра низкая, однако даже при незначительном её увеличении параллельно растёт содержание свинца и висмута. При этом содержание висмута почти всегда на порядок или два выше, чем серебра.

Содержание свинца в пирите из инфильтрационных скарнов почти в четыре раза выше, чем в биметасоматических телах; соотношение содержания висмута в пирите тех же

сред ещё выше – 16 раз. Содержание меди показывает обратную картину: в пирите биметасоматических скарнов её почти в пять раз больше, чем в инфильтрационных. Цинка в пирите в два раза больше, чем свинца и меди; при резком возрастании содержания цинка появляются бедные примеси кадмия. Следует отметить, что в отдельных кристаллах пирита распределение свинца и цинка удивительно совпадает, характеризуясь тремя максимумами в гипсометрическом интервале 1500–2450 м. Содержание галлия невысокое, часто на грани чувствительности анализа.

Халькопирит. Отмечается очень высокая частота встречаемости. Для большинства выявленных элементов в халькопирите характерна исключительно высокая дисперсия. Се-

Табл. 2. Средние содержания минералообразующих и редких элементов в минералах месторождения Кошмансай (химический анализ, г/т, %)

Table 2. Average grades of mineral-forming and rare elements in the Koshmansai deposit minerals (chemical analysis, g/t, %)

Минерал, вмещающая среда	Число определений	Fe	Mg	Mn	Ti	Ag	Cu	Pb	Zn	As	Bi	Ni	Co	Sb	Mo	W	Sn	Te	Cd	Tl	Ga	Ge
Гранат, биметасоматический скарн	48	> 3 %	7900	8857	553	2	133	238	4800	-	26	6	35	-	34	735	50	-	850	-	6	17
Гранат, инфильтрационный скарн	6	> 3 %	6167	7833	865	2	31	768	7300	-	40	7	25	-	-	-	-	-	590	-	5	15
Пирит, биметасоматический скарн	65	> 3 %	-	2550	-	8	3640	2400	6711	706,6	136	16	57	140	6	146	16	-	45	-	5	-
Пирит, инфильтрационный скарн	5	> 3 %	-	2960	-	24	800	8520	5840	352,4	2116	159	98	-	7	-	-	-	68	-	5	-
Халькопирит, инфильтрационный скарн	8	> 3 %	-	1382	-	35	> 3 %	2612	1,22 %	-	103	8,2	12	-	8	-	6	-	112	-	5	-
Халькопирит, кварц-кальцит-гематитовая жила*	2	> 3 %	-	500	-	80	> 3 %	100	60	-	> 3 %	-	-	-	-	-	6	4000	-	-	5	-
Халькопирит, шеелит-висмутитовый скарноид	2	> 3 %	-	500	-	60	> 3 %	3000	3 %	-	3 %	-	-	200	20	> 3 %	100	3000	100	-	5	-
Сфалерит, биметасоматический скарн	15	> 3 %	-	8200	-	107	4300	1200	> 3 %	-	351	8	72	-	44	183	25	-	4593	-	6	10
Сфалерит, инфильтрационный скарн	6	1,92 %	-	6333	-	146	3300	1800	> 3 %	-	824	6	53	-	-	-	6	-	4800	-	-	-
Галенит, биметасоматический скарн	19	1,4 %	-	6895	-	4567	3286	> 3 %	> 3 %	-	> 3 %	7	9	435	87	215	8	2516	511	260	-	-
Галенит, инфильтрационный скарн	7	1,7 %	-	5000	-	2529	5423	> 3 %	> 3 %	-	1,6 %	6	9	190	6	115	8	2057	757	260	-	-
Гематит, кварц-кальцит-гематитовые жилы	3	> 3 %	-	466	280	-	7	32	100	-	80	6	-	-	6	267	10	-	-	-	5	-
Кварц, кварц-кальцит-гематитовые жилы	5	4720	4000	2280	-	4	9	76	1012	-	67	30	-	-	26	240	-	-	-	-	-	-
Кальцит, кварц-кальцит-гематитовые жилы	5	1,2 %	1,2 %	1,2 %	-	14	112	681	6246	-	59	26	6	-	12	150	-	-	85	-	-	-
Шеелит, биметасоматический скарн	2	2 %	> 3 %	5000	30	1	55	100	-	-	30	6	10	-	225	> 3 %	-	-	-	-	-	-

* Au – 15 г/т.



ребра втрое больше, чем в пирите, но общий уровень содержания элемента также низок. Висмута меньше, чем в пирите, но содержание его в целом относительно высокое (103 г/т). Цинка в халькопирите больше, чем свинца, в четыре раза, а в отдельных пробах содержание цинка достигает 3 %, очевидно, за счёт эмульсионной вкрапленности сфалерита. Существенно отличается в этом плане халькопирит из секущих медно-висмутовых кварц-кальцит-гематитовых жил с шеелит-висмутового месторождения Кошмансай-II, где содержание висмута превышает 3 %, а теллура достигает 0,4 %. Объясняет подобный рост содержания висмута и теллура в данном халькопирите наличие включений частых клиновидных пластинок теллурида висмута – жозеита.

Сфалерит. Содержание кадмия в отдельных случаях в сфалерите превышает 1 %, что характерно для месторождений, сформировавшихся в мощных карбонатных толщах. Марганец всегда присутствует в 0,1n %, но в единичных случаях его количество превышает 3 % – именно такие разности сфалерита и являются высокожелезистыми. Отчётливо наблюдается высокая кобальтоносность сфалерита, причём кобальта примерно в 10 раз больше, чем никеля. Высокие, с очень большой дисперсией, содержания меди в сфалерите (от 10 г/т до 3 %) можно объяснить эмульсионной вкрапленностью халькопирита. Распределение меди характеризуется двумя отчётливыми максимумами, что аналогично распределению меди в галените. Схожий характер распределения у висмута и серебра, однако при этом серебро (только наряду с кобальтом) – один из немногих элементов, которые устойчиво накапливаются в сфалеритах к более глубоким уровням эрозийного среза рудного поля.

Галенит – один из главных рудообразующих минералов (кристаллизовавшийся несколько позже сфалерита). Отличается высокой концентрацией практически всех рудных элементов, причём серебро, висмут и теллур в большинстве своём присутствуют в виде структур распада твёрдых растворов – матильдита и жозеита. Распределение меди в галените, как уже отмечалось, полностью совпа-

дает с особенностью её распределения в сфалерите. Большие содержания цинка и кадмия возникли в основном за счёт микровключений сфалерита, а высокое содержание молибдена и вольфрама характерно для тех рудных тел, в которых концентрируются молибденит и шеелит. Очень высокой дисперсией отличается распределение сурьмы: от исчезающе малых содержаний до 0,3 %; также велика и дисперсия содержаний таллия. Следует отметить, что повышенное содержание таллия (90 г/т) в галените обычно характерно для месторождений, обогащённых дисульфидами железа.

В *гематите* марганец и титан содержатся в большом количестве, ванадий, медь, свинец, галлий – в незначительном. Несколько повышенное содержание вольфрама, по-видимому, связано с включениями шеелита, так как пробы взяты из обогащённых им рудных тел.

Шеелит Кошмансайского рудного поля высокожелезистый, магниезиальный, марганцовистый, умеренно серебряный. Повышенные содержания молибдена обнаружены в шеелите рудного тела № 18 (225 г/т).

Жильные минералы представлены кварцем и карбонатами. В целом карбонаты более распространены, чем кварц. Обычно основная масса кварца выделяется до отложения главных рудных минералов, которые затем либо заполняют в нём полости и трещины, либо развиваются по скарнированным и карбонатизированным породам. Карбонаты преимущественно более поздние, формируются в основном на завершающей стадии рудного процесса на месторождении. По-видимому, из-за этого кварц Кошмансайского рудного поля обеднён рудными примесями по сравнению с карбонатом. Кварц с умеренным содержанием железа, магния, марганца, цинка и низким – меди и свинца. Карбонаты, которые по составу можно отнести к манган-анкеритам, кальцитам и манган-кальцитам, содержат серебро (тысячные доли процента), медь (сотые), свинец (сотые), цинк (десятые), висмут (тысячные). Постоянно присутствие никеля. Основные рудные элементы в карбонатах содержатся в составе микровключений пирита, халькопирита, сфалерита и галенита.

Гранаты Кошмансайского рудного поля относятся к кальциевым разностям ряда grosular–андрадит с постоянным высоким содержанием железа и марганца, причём гранаты месторождения Кошмансай более марганцовистые. Высокое содержание магния в гранатах закономерно увеличивается к Нижнекошмансайскому рудопроявлению, а постоянная примесь титана (до 0,1 %) возрастает к месторождению Кошмансай. В Нижнекошмансайском рудопроявлении содержание олова в гранатах составляет 80 г/т, в гранатах месторождения Кошмансай – ниже чувствительности анализа. Содержание меди в гранатах на Нижнекошмансайском рудопроявлении также выше, чем на месторождении Кошмансай (в два раза); для свинца и цинка характерна обратная зависимость. В гранатах отмечается низкое содержание серебра, никеля, галлия. Таким образом, гранат – чувствительный индикатор вертикальной рудно-геохимической зональности на Кошмансайском рудном поле.

Укажем, наконец, что в распределении рудообразующих и сопутствующих элементов в минеральных фазах скарново-рудных тел определённую роль играет их морфогенетический тип. Так, в биметасоматических скарнах в минералах в большей мере накапливаются медь, цинк, никель, теллур, таллий, германий, в инфильтрационных – серебро, свинец, висмут, кадмий, сурьма, кобальт.

Обобщение минералого-геохимических данных по Кошмансайскому рудному полю позволяет выделить месторождение Кошмансай как редкометалльно-полиметаллическое, а рудопроявление Нижнекошмансайское – как редкометалльно-медное.

Закономерности распределения рудных и редких элементов в вертикальных и горизонтальных сечениях скарново-рудных тел. По рудному телу № 2 и в околорудном пространстве (см. рис. 2) были пройдены штольня и ряд скважин (вертикальная 8а). Это позволило получить приближенно объёмную картину распределения свинца, цинка и сопутствующих им элементов. Рассмотрим особенности их распределений по данным количественного спектрального анализа (рис. 3). Для

сравнения изоконцентраций элементов использовались фоновые данные, рассчитанные для карбонатных пород в верховьях р. Кошмансай. Они составили (в г/т): для свинца – 5,49, цинка – 16,6, серебра – 0,04, меди – 12,6, бария – 131, стронция – 324, олова – 0,5, молибдена – 0,12, кобальта – 2,85, никеля – 1,23, марганца – 654.

Свинец. Изоконцентрации в основном средней интенсивности, превышающие фоновое содержание в 4–6 раз. Распределение свинца резко контрастное. Наблюдаются соприкосновения участков концентраций элемента в 1000 г/т и менее 10 г/т. Простирающиеся ореолы свинца субмеридиональные. Области повышенных изоконцентраций узколокальные, не превышают 20–22 м. Поле максимальной концентрации элемента унаследовало морфологию рудного тела. Горизонтальная зональность распределения свинца выражена нечётко, однако проявлена тенденция возрастания его изоконцентраций к забою скв. 8а на глубоких уровнях скарново-рудного тела.

Цинк. Среди изоконцентраций цинка отчётливо выделяются низкоинтенсивные (ниже фона) и высокоинтенсивные области. Последние занимают 1/6 часть пространства и приурочены к рудному телу. Области низких изоконцентраций охватывают 1/3 пространства. Области средней интенсивности располагаются в средней части скв. 8а и близ забоя штольни. Отмечается чередование концентраций 1000 и 1–10 г/т, что позволяет говорить о резко контрастном геохимическом поле цинка. Простирающиеся ореолы близко к меридиональному, форма их неправильно овальная (до 100 м) и линзовидно вытянутая (до 80 м). Поле максимальных изоконцентраций цинка совпадает с контуром рудного тела. Горизонтальная зональность выражена слабо. Повышенные изоконцентрации цинка контролируются серией даек. К забою скважины 8а содержания цинка растут, что говорит о существующей по отношению к ним вертикальной зональности.

Медь. В целом изоконцентрации низкоинтенсивные; высокоинтенсивные и среднеинтенсивные области развиты спорадически. Оре-

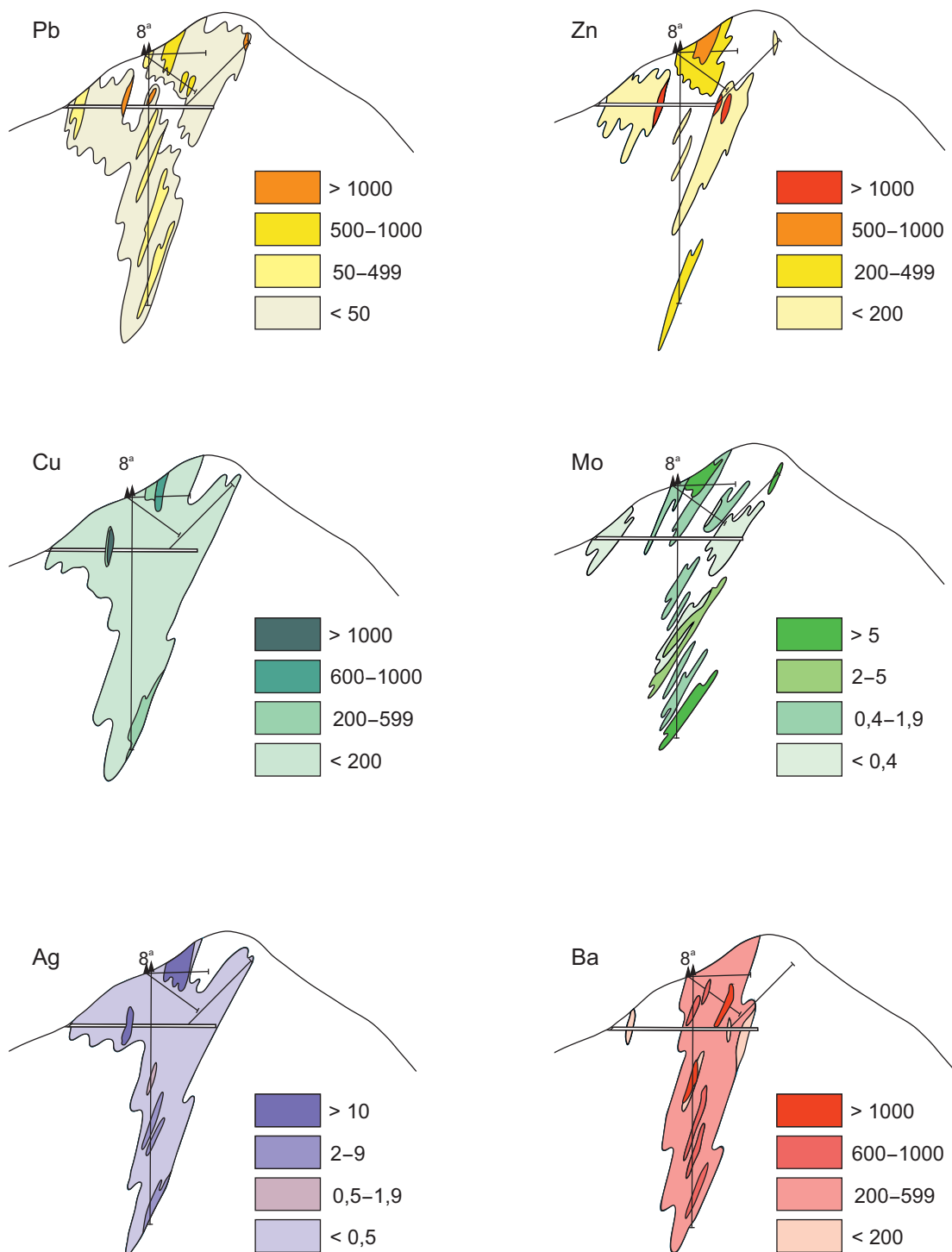


Рис. 3. Ореолы концентраций Pb, Zn, Cu, Mo, Ag, Ba в вертикальном разрезе скарново-рудного тела № 2, г/т

Fig. 3. Halos of Pb, Zn, Cu, Mo, Ag, Ba in vertical section of the skarn orebody #2, g/t

олы меди отличаются яркой контрастностью, наблюдается резкая смена областей изоконцентраций от 10 до 10 000 г/т. Области максимальных изоконцентраций меди совпадают с контурами рудного тела и располагаются в верхней части его разреза. Изоконцентрационная горизонтальная зональность не проявлена. К забойу скв. 8а отмечено усиление интенсивности ореолов меди, что позволяет говорить о проявлении её вертикальной зональности в рудном теле.

Молибден. Явно выделяются локальные высоко- и среднеинтенсивные области изоконцентраций на фоне низкоинтенсивных. Наиболее высокие изоконцентрации в верхней части разреза повторяют контуры рудного тела, несколько удаляясь от него. Горизонтальная зональность слабо проявлена, можно говорить лишь о нечёткой смене областей с низкой концентрацией областями со средней. Характерно увеличение интенсивности изоконцентраций с глубиной по скв. 8а. Максимум приходится на забой, что обуславливает определённую вертикальную зональность распределения молибдена в рудном теле.

Серебро. Хорошо фиксируется низкоинтенсивная область изоконцентраций серебра, занимающая 2/3 пространства, при этом распределение серебра резко контрастное – области с содержанием 10 г/т сменяются областями с 0,01 г/т. По скважинам определяются спорадические линзовидные области высоких изоконцентраций серебра протяжённостью до 30–40 м, а поле его максимальных содержаний практически совпадает с границами рудного тела, в разрезе которого распределение серебра подвержено как горизонтальной, так и вертикальной зональности.

Барий. Среди изоконцентраций бария отчётливо обособляется область средней интенсивности, в 4–8 раз превышающая фоновое содержание. Контрастность изоконцентраций бария высокая из-за соприкосновения областей < 100 и > 1000 г/т. Форма овальная, симметрично вытянутая. Горизонтальная зональность в распределении бария подчёркивается присутствием в приустевой и забойной частях штольни его низких изоконцентраций, а

максимумы приурочены к серии даек и зоне повышенной трещиноватости. Вертикальная зональность проявлена достаточно чётко. С глубиной по скв. 8а содержание бария относительно равномерно возрастает.

Стронций. Выделена одна низкоинтенсивная область, которая хорошо выдержана по простиранию. Ореолы стронция менее контрастные, чем у бария. Наблюдается почти постепенная смена изоконцентраций, форма их овальная, вытянутая. Ореолы стронция постепенно выклиниваются на глубину. Горизонтальная зональность отсутствует, а вертикальная проявлена слабо.

Олово. Отчётливо обособляются области высоких концентраций, превышающих фоновые в 15–20 раз. Распределение изоконцентраций резко контрастное, простирание близко к субмеридиональному. Высокие изоконцентрации олова приурочены к зонам трещиноватости и серии даек. В распределении содержания олова горизонтальная зональность отсутствует, отмечается слабая вертикальная по скв. 8а.

Никель. Выделяются две высокоинтенсивные области изоконцентраций на общем фоне среднеинтенсивных. Изоконцентрации достаточно контрастны, форма их близка к овальной. Наиболее высокие изоконцентрации никеля тяготеют к рудной зоне, на глубине быстро выклиниваются. Картина вертикальной и горизонтальной зональности распределения никеля нечёткая.

Кобальт. Преобладают низкоинтенсивные изоконцентрации кобальта. Среднеинтенсивные оторваны друг от друга и располагаются изолированно в верхней и нижних частях разреза по рудному телу. Ореолы резко контрастные. Соседствуют области концентраций 10 и 1 г/т. Высокие изоконцентрации кобальта приурочены к рудному телу и дайке гранодиорит-порфиров. Горизонтальная зональность выражена слабо. По скв. 8а на самом низком гипсометрическом уровне наблюдается резкое увеличение интенсивности изоконцентраций кобальта, что позволяет говорить о вертикальной зональности его распределения в рудном теле.

Марганец. Отчётливо выделяются низко-, средне-, и высокоинтенсивные области изоконцентраций. Наиболее распространены первые. Наблюдается сопряжение областей низких (до 500 г/т) и высоких (10 000 г/т) изоконцентраций. Ореолы обладают значительной вертикальной протяжённостью. Области максимальных изоконцентраций приходятся только на контуры рудного тела и имеют протяжённость до 10 м. Горизонтальная зональность выражена слабо. Резкое увеличение интенсивности изоконцентраций с глубиной по скв. 8а позволяет говорить о вертикальной зональности в распределении содержания марганца.

В заключение рассмотрим морфогенетические особенности геохимических полей свинца и цинка, выделенных на поверхности месторождения Кошмансай.

Содержание свинца колеблется от 10 г/т до значений свыше 1000 г/т; его среднее содержание для кислых пород земной коры (СЗК) по А. П. Виноградову – 20 г/т, а фоновое содержание, вычисленное нами для карбонатных пород верхний р. Кошмансай, – 5,49 г/т. В пределах месторождения обособляются высокие (500–1000 г/т), средние (200–500 г/т) и низкие (до 200 г/т) области концентрации свинца. Области высокой концентрации отмечаются около всех рудных тел, в приконтактных частях интрузивных пород с карбонатными отложениями и мелких линзах аксуйской свиты, вытянутых параллельно их простиранию. Области средней концентрации свинца тоже широко распространены. Подавляющая часть находится вблизи рудных тел. Все мелкие и крупные тектонические зоны маркируются областями низкой концентрации свинца (до 200 г/т).

Содержание цинка варьируется от 1 до более 1000 г/т (СЗК – 60 г/т, фоновое содержание в карбонатных породах – 16,6 г/т). Высокая концентрация (500–1000 г/т) цинка установлена в площади рудных тел в приконтактных зонах магматитов с карбонатными породами и в отложениях аксуйской свиты в виде мелких линзовидных областей, вытянутых вдоль поверхностей напластования. Ореолы средних

значений концентрации цинка (200–500 г/т) занимают более обширные площади и наблюдаются в контактовых зонах граносиенитов и вулканитов с карбонатными отложениями. Для подавляющей части рудной площади характерна низкая концентрация цинка (до 200 г/т). Области наиболее низкого содержания цинка (15–60 г/т) располагаются концентрически вокруг областей с концентрацией 60–200 г/т и по площади не уступают им. Ореолы цинка по сравнению со свинцом менее контрастные и более широкие.

Основные выводы и рекомендации.

1) Кошмансайское рудное поле обладает отчётливой геохимической зональностью, подразделяясь на собственно Кошмансайское редкометалльно-полиметаллическое месторождение на верхних уровнях рудного поля и Нижнекошмансайское редкометалльно-медное рудопроявление на его нижних уровнях. Тем не менее формирование рудных тел протекало в сходной термодинамической обстановке, в условиях надёжной экранированности, при малых градиентах температур, что позволяет рассматривать рудное поле как единую геохимическую аномалию.

2) На месторождении Кошмансай, то есть на более верхних уровнях рудного поля, основному этапу рудообразования предшествовали активные процессы скарнирования и гидротермального магнезиально-железо-марганцевого преобразования карбонатных пород в провесе кровли Чаткальского гранитного батолита. Именно ему и обязано Кошмансайское рудное поле своим редкометалльным потенциалом, в основном за счёт насыщения исходных гидротерм вольфрамом и висмутом.

3) Эндогенные ореолы рассеяния изучены главным образом по поверхности рудного поля, в связи с чем, несмотря на значительный эрозионный срез, в настоящее время трудно получить объёмную картину рассеяния элементов. Однако имеющиеся данные позволяют установить, что элементная трансляция [5] диффузионного характера от полиметаллического рудного тела в окружающее пространство будет несравненно более слабой, чем инфльтрационная трансляция (по типу «отор-

ванного факела»). Более всего на это указывают резкий перепад концентраций элементов и отсутствие зависимости мощности ореола и транслирующего этот ореол в пространство рудного тела.

4) Выявление медно-висмутовой минерализации в кварц-кальцит-гематитовой брекчии вблизи рудного тела № 2, в экзоконтакте интрузива, подтверждает предположение о пологом падении его контакта под склон, к хребту Ташкескен [2].

Трассирование в западном направлении от кварц-кальцит-гематитовой брекчии сильно ожелезнённой структуры повышенной висмутоносности даёт возможность сделать вывод: её необходимо вскрывать горными работами в первую очередь. Принимая же во внимание наличие близрасположенного шелит-висмутового рудопоявления Кошмансай-II, можно заключить, что вся площадь заслуживает быть опойскованной на висмут. Не менее важно и установление на левом берегу р. Кошмансай наиболее интенсивных ореолов практически всех изученных рудных и редких элементов в зоне контакта покровных кислых вулканитов и граносиенитов с карбонатными породами, а также в отложениях аксуйской свиты, образующих серповидную структуру.

Эта часть рудного поля в пределах изученной площади заслуживает внимания в целях постановки геологоразведочных работ также и потому, что здесь возможно совмещение руд-

ных процессов, связанных с преобразованием карбонатного блока гидротермами вулканогенного и интрузивного источников.

5) Изучение Нижнекошмансайского редкометалльно-медного рудопоявления показало, что появление здесь редких относительно мощных сульфидных тел в скарнах не сопровождается интенсивными метасоматическими преобразованиями. Поведение элементов относительно скарново-рудного тела характеризуется проявлением стандартной, но всё же сильно «сжатой» геохимической зональности. При этом подавляющее число элементов концентрируется в этой части рудного поля, в карбонатной раме интрузива, и, возможно, имеет эманационную природу.

6) Таким образом, нашими первоочередными рекомендациями по изучению Кошмансайского рудного поля являются:

- постановка геологоразведочных работ в центральном блоке и в районе рудного тела № 2 для выявления эталонных геохимических признаков в над- и подрудном сечениях скарново-рудных тел;
- проведение на левом берегу р. Кошмансай детальных поисковых геолого-геохимических работ с заложением профиля буровых скважин над выходом кварц-кальцит-гематит-медно-висмутовой брекчии в целях прослеживания её как в западном направлении, так и, в дальнейшем, в зоне контакта вулканитов и карбонатных пород в приводораздельной части хребта Ташкескен.

Список литературы

1. Вахрушев В. А. Минералогия, геохимия и образование месторождений скарново-золоторудной формации. – Новосибирск : Наука, 1972. – 238 с.
2. Дунин-Барковская Э. А. Геохимия и минералогия висмута (Чаткало-Кураминские горы). – Ташкент : ФАН, 1979. – 272 с.
3. Лаухин А. Я., Хейфец Д. И., Лебединский А. Е. [и др.] Отчёт по поисково-разведочным работам, проведённым в пределах Кошмансайского рудного поля на месторождениях Кошмансай, Левобережное и на рудопоявлениях Ташкескен, Нижнекошмансайское и Кашела. – Ташкент : Геолфонд, 1973. – 132 с.
4. Мацокина-Воронич Т. М., Агафонов А. П. [и др.] Теоретическое обоснование отдельных площадей Чаткало-Кураминского региона на свинец, цинк, медь, золото и редкие металлы. Некоторые особенности геологии и рудоносности Акбулак-Кошмансайского региона Чаткальских гор. – Ташкент : ФАН, 1974. – 210 с.
5. Соловов А. П., Матвеев А. А. Геохимические методы поисков рудных месторождений. – М. : МГУ, 1985. – 232 с.

References

1. Vakhrushev V. A. Mineralogiya, geokhimiya i obrazovanie mestorozhdenii skarnovo-zolotorudnoi formatsii [Mineralogy, geochemistry and formation of deposits of the skarn-gold ore formation], Novosibirsk, Nauka Publ., 1972, 238 p.
2. Dunin-Barkovskaya E. A. Geokhimiya i mineralogiya vismuta (Chatkalo-Kuraminskie gory) [Geochemistry and mineralogy of bismuth (Chatkalo-Kuramin Mountains)], Tashkent, FAN Publ., 1979, 272 p.
3. Laukhin A. Ya., Kheifets D. I., Lebedinskii [at al.] Otchet po poiskovo-razvedochnym rabotam, provedennym v predelakh Koshmansaiskogo rudnogo polya na mestorozhdeniyakh Koshmansai, Levoberezhnoe i na rudoproyavleniyakh Tashkesken, Nizhnekoshmansaiskoe i Kashela [Report on prospecting and exploration work carried out within the Koshmansai ore field at the Koshmansai and Levoberezhnoe deposits and Tashkesken, Nizhnekoshmansaiskoe i Kashela ore occurrences], Tashkent, Geolfond Publ., 1973, 132 p.
4. Matsokina-Voronich T. M., Agafonov A. P. [at al.] Teoreticheskoe obosnovanie otдел'nykh ploshchadei Chatkalo-Kuraminskogo regiona na svinets, tsink, med', zoloto i redkie metally. Nekotorye osobennosti geologii i rudonosnosti Akbulak-Koshmansaiskogo regiona Chatkal'skikh gor [Theoretical substantiation of some areas of the Chatkalo-Kuramin region for lead, zinc, copper, gold and rare metals. Some features of the geology and ore content of the Akbulak-Koshmansai region of the Chatkal Mountains], Tashkent, FAN Publ., 1974, 210 p.
5. Solovov A. P., Matveev A. A. Geokhimicheskie metody poiskov rudnykh mestorozhdenii [Geochemical methods of ore deposit prospecting], Moscow, MGU Publ., 1985, 232 p.

Авторы

Ежков Юрий Борисович

кандидат геолого-минералогических наук
начальник отдела
Larsim@yandex.ru

Рахимов Рахмон Рахимович

старший научный сотрудник
Rrahmon46@gmail.com

Холиёров Анвар Турсинович

старший научный сотрудник
xoliyorovanvar@gmail.com

Тошметов Убайдулло Хамидуллоевич

старший научный сотрудник
toshmetovubaydullo88@gmail.com

ГУ «Институт минеральных ресурсов» Госкомгеологии РУз,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Authors

Yuri B. Ezhkov

PhD
Head of department
Larsim@yandex.ru

Rahmon R. Rahimov

Senior researcher
Rrahmon46@gmail.com

Anvar T. Holiyrov

Senior researcher
xoliyorovanvar@gmail.com

Ubaydullo H. Toshmetov

Senior researcher
toshmetovubaydullo88@gmail.com

Institute of Mineral Resources of the Uzbek State Geological
Committee, Tashkent city, Republic of Uzbekistan