

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛОВ ИЗ ЗОНЫ ОКИСЛЕНИЯ МЕДНОРУДЯНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (СРЕДНИЙ УРАЛ)

В. С. Пономарев, Ю. В. Ерохин

Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, p123v@yandex.ru

Меднорудянский контактово-карстовое месторождение находится на Среднем Урале в черте города Нижний Тагил (в 130 км севернее г. Екатеринбурга). В настоящее время рудник не обрабатывается и представляет собой огромную депрессионную воронку. Зона окисления Меднорудянского месторождения развита неравномерно и её границы очень неправильны и оруденение его носит характер железной шляпы. На месторождении в большом количестве встречаются: бурый железняк, оксиды и гидрооксиды железа и меди, которые являются продуктами полного окисления первичных руд [Соловьев, 1953].

В данной работе мы приводим данные по микроэлементному составу гипергенных минералов Меднорудянского месторождения. Для количественного определения редких, рассеянных и редкоземельных элементов в гипергенных минералах из Меднорудянского месторождения был применен метод ICP-MS на масс-спектрометрах ELAN-6100 и ELAN-9000 (ИГГ УрО РАН, группа Ю. Л. Ронкина и лаборатория ФХМИ).

Либетенит достаточно распространенный минерал в окисленных рудах Меднорудянского месторождения, он слагает щетки и друзы в полостях плотного гетита или лимонита. Реже инкрустирует зоны дробления в реликтах кварцевых жил. Обычно является самым поздним минералом, но часто замещается малахитом и хризоколлой. Размер кристаллов различный и обычно не превышает 5 мм по удлинению. Окраска индивидов варьирует от светло-зеленого до черно-зеленого. Наряду с кристаллическими образованиями на Меднорудянском месторождении встречается либетенит в виде корочек, натёков и прожилков в выветрелой породе, где их мощность составляет от 0.5 до 1.5 мм.

На исследование отбиралась кристаллическая корка минерала, нарастающая на рыхлый лимонит. В минерале отмечаются высокие концентрации цинка (426.93 г/т) и марганца (293.70 г/т). Высокое содержание Mn, скорее всего, обусловлено механической примесью криптомелана. Остальные элементы характеризуются меньшими концентрациями, но в геохимии минерала отчетливо преобладают компоненты базитов и ультрабазитов (Mn, Ti, V, Co). При нормировании редких и рассеянных элементов содержащихся в либетените на примитивную мантию, график показывает наличие положительных аномалий по U, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Y и отрицательных – по Nb, Hf, Zr, Sr, Ti. При нормировании редких земель на хондрит, в либетените отчетливо проявляется слабая положительная аномалия по европию и резкое превышение легких лантаноидов над тяжелыми.

Азурит довольно редкий минерал на Меднорудянском месторождении. Карбонат меди обычно ассоциирует с малахитом, который его замещает, а также с купритом, причем последний активно по трещинкам замещается азурит-малахитовым агрегатом. Минерал часто встречается в виде друзовых скоплений кристаллов на магнетите и в зоне дробления лимонитовых руд. Размер индивидов азурита варьирует от 1 до 2.5 мм. Их окраска темно-синяя, просвечивающая в тонких сколах.

Спайдер-диаграмма микроэлементного состава минерала при нормировании на примитивную мантию характеризуются положительными аномалиями по U, La, Ce, Nd и отрицательными аномалиями по Sr, Hf, Zr, Ti. При нормировании на хондрит редкие земли в азурите показывают небольшое преобладание легких лантаноидов над тяжелыми. График распределения РЗЭ имеет корытообразную форму с прогибом,

смещенным ближе в область тяжелых лантаноидов. Микроэлементный состав азурита приведен в таблице. В минерале отмечаются высокие содержания (в г/т): Ti 66.77; V 41.04; Mn 469.81; Co 38.30; Zn 135.41; Ba 20.26. Остальные элементы характеризуются меньшими концентрациями и в минерале отчетливо преобладают компоненты базитов и ультрабазитов (Ba, Mn, Ti, V, Ni, Co).

Малахит на месторождении представлен тремя морфологическими разновидностями: 1. Натечный малахит, представляет собой натёки, корки, сталактиты, сплошные массы мощностью до нескольких сантиметров. Натечные образования имеют концентрически-зональное строение, которое характеризуется чередованием полос светло- и темно-зеленого цвета. 2. Кристаллический малахит, встречается в виде щеток и друз мелких кристаллов размером до 2 мм. Также встречаются радиально-лучистые агрегаты малахита, состоящие из большого количества игольчатых кристаллов. 3. Псевдоморфный малахит, наблюдается в виде агрегатов замещения по некоторым первичным минералам меди из зоны окисления.

В микроэлементном составе минерала отмечаются повышенные содержания Zn (1115.71 г/т), Mn (93.11 г/т), Ti (20.44 г/т), V (15.01 г/т), Ni (31.64 г/т). Остальные элементы характеризуются более низкими концентрациями. При нормировании редких земель малахита на хондрит отчетливо проявляются отрицательные аномалии по Ce и небольшая по Eu. Тренд лантаноидов за исключением Ce и La отличается практически равным отношением между легкими и тяжелыми редкими землями. Спайдер-диаграмма микроэлементного состава минерала при нормировании на примитивную мантию характеризуются положительными аномалиями по U, La и отрицательными аномалиями по Nb, Sr, Hf, Zr и Ti.

Хризоколла представлена неоднородным, плотным порошковатым агрегатом голубовато-зеленого цвета с небольшими полостями и жеодами малахита, мощностью до 2.5 см. В агрегате силиката меди также встречаются включения минералов коричневого цвета, предположительно оксидов и гидрооксидов марганца. Попутно на Меднорудянском месторождении встречаются натечные агрегаты хризоколлы различной формы, имеющие сложное зональное строение, достигающие в толщину 10 см. Минерал часто образует псевдоморфозы по другим гипергенным минералам (фосфатам и карбонатам меди) – либетениту и малахиту. Хризоколла обычно ассоциирует с малахитом, либетенитом, азуритом, псевдомалахитом и самплеитом.

Спайдер-диаграмма минерала при нормировании на примитивную мантию характеризуется положительными аномалиями по U, Cs и отрицательной аномалией по Ti. При нормировании на хондрит редкие земли в хризоколле характерно небольшое преобладание тяжелых лантаноидов над легкими и наличие слабой отрицательной аномалии по Ce и Eu. Отмечаются высокие содержания (в г/т): Ti до 491.99; V до 56.09; Mn до 351.71; Co до 81.53; Zn до 407.10; Zr до 15.12; Ba до 13.20 и до Ni 21.32. Остальные элементы характеризуются гораздо меньшими концентрациями.

Псевдомалахит на Меднорудянском месторождении встречается в виде двух морфологических типов. Первый – кристаллический псевдомалахит образует радиально-лучистые агрегаты зональной окраски различных оттенков зеленого цвета, размером до 7 мм и отдельные таблитчатые кристаллы или сростки кристаллов изумрудно-зеленого цвета размером до 1 мм. Второй тип – натечные агрегаты мощностью от 0.5 до первых см. Цвет светло-зеленый, голубовато-зеленый, серо-зеленый. Псевдомалахит ассоциирует с либетенитом, гипсом и гетитом.

Спайдер-диаграмма микроэлементного состава псевдомалахита при нормировании на примитивную мантию характеризуются положительными аномалиями по U, La, Y и отрицательными аномалиями по Th и Ti. При нормировании на хондрит тренд редких земель в минерале показывает преобладание легких лантаноидов над тяжелыми и наличие положительной Eu аномалии. В минерале отмечаются высокие содержания

(в г/т): Ti 23.55; V 34.68; Mn 84.91; Zn 203.46. Остальные элементы характеризуются меньшими концентрациями, но в геохимии минерала отчетливо преобладают компоненты базитов и ультрабазитов (Ba, Mn, Ti, V, Ni, Co).

Криптомелан представляет собой скрытокристаллические, плотные агрегаты стально-серого цвета, которые в сечении имеют концентрически-зональное и глобулярное строение. В образцах он ассоциирует с гетитом и иногда с пирролюзитом, который образует друзовые нарастания на нем.

В минерале наблюдается повышенное содержание рудных элементов (г/т): Zn 4235.79; Ni 21.36; Cd 36.67; Ti 20.61; V 48.10; Co 2016.84; Ag 47.06; Ba 6035.29 и Sr 1432.76. Остальные элементы характеризуются меньшими концентрациями, но в геохимии минерала, так же как и в других гипергенных минералах, отчетливо преобладают компоненты базитов и ультрабазитов. При нормировании редких и рассеянных элементов содержащихся в криптомелане на примитивную мантию отмечается наличие положительных аномалий по Ba, U, La, Sr, Eu и отрицательных – по Th, Nb, Hf, Zr, Ti. При нормировании редких земель в минерале на хондрит, отчетливо проявляется резкое превышение легких лантаноидов над тяжелыми и наличие положительной аномалии по Eu, которая не характерна для других гипергенных минералов Меднорудянского месторождения.

В целом при нормировании редких земель на хондрит для изученных гипергенных минералов характерно резкое преобладание легких лантаноидов над тяжелыми, за исключением хризоколлы и малахита. В малахите и хризоколле наблюдается практически ровное распределение лантаноидов и наличие отрицательной аномалии по Ce и Eu. Отрицательная аномалия по Eu наблюдается и в псевдомалахите. В тренде лантаноидов азурита отсутствуют какие-либо аномалии. Положительными аномалиями по Eu характеризуются либетенит и криптомелан. При нормировании исследуемых минералов на примитивную мантию для всех минералов характерно наличие ярко выраженной аномалии по урану и отрицательной аномалии по титану. Практически сходную спайдер-диаграмму распределения микроэлементов имеют малахит, азурит и либетенит. В целом все исследуемые минералы имеют схожий характер распределения нормированных трендов. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что в процессе формирования коры выветривания на Меднорудянском месторождении общий химизм растворов сохранялся, хотя по некоторым элементам (в том числе и лантаноидам) происходила незначительная (в редких случаях заметная) дифференциация. Однотипный химизм гипергенных растворов на наш взгляд объясняется формированием коры выветривания исключительно на базитовом субстрате, представленном плагиоклаз-пироксеновым порфиритом.

Литература

Соловьев Ю. С. К минералогии зоны окисления Меднорудянского месторождения // Тр. Горн-геол. ин-та УФАИ СССР, 1953. Вып. 20. С. 87–106.