НАУКИ О ЗЕМЛЕ

УДК 549.452

Л.А. Зырянова, В.М. Чекалин, Н.Д. Литвинов, Н.В. Гамалеев

**О РЕДКОЙ НАХОДКЕ МАРШИТА В ОКИСЛЕННЫХ РУДАХ
РУБЦОВСКОГО ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
(РУДНЫЙ АЛТАЙ)**

В окисленных рудах Рубцовского полиметаллического месторождения впервые установлены в макроколичествах маршит и серебросодержащий маршит – йодиды меди и серебра, что является в определенной мере минералогической сенсацией. Они концентрируются в низах зоны окисления, входя в парагенезис минералов подзоны вторичного оксидного обогащения.

Ключевые слова: маршит; зона окисления; Рудный Алтай.

Маршит – редкий йодид меди (CuI), встречаемый в заметных количествах преимущественно в молодых зонах окисления ряда зарубежных месторождений, сформированных в условиях аридного климата, благоприятного для галогенеза [1]. Сведения о находках йодидов в зонах окисления отечественных месторождений редки. Так, маршит в незначительном количестве отмечен лишь в зоне окисления Гайского месторождения (Урал) [2]. Несколько большим распространением пользуется йодид серебра – йодаргирит (AgI), установленный в ряде месторождений Казахстана и Забайкалья [1]. Уже факт обнаружения маршита и серебросодержащего маршита в зоне окисления Рубцовского месторождения Рудного Алтая представляется минералогической редкостью, а его количество на этом месторождении – своего рода минералогическая сенсация.

Рубцовское месторождение полиметаллических руд находится на крайнем северо-западе Рудного Алтая в пределах одноименного рудного района. В геологическом плане оно связано с островной тыловой вулканической дугой северо-западной ориентировки. Геологический разрез месторождения представлен лавами, туфалавами риолитовых порфиров давыдовской свиты и вышележащими кремнистыми, глинистыми и вулкано-

миктовыми алевролитами нижнекаменёвской подсвиты верхнего живета среднего девона, слагающими пологую моноклиаль северо-восточного простирания с падением на юго-запад. Практически всё промышленное оруденение локализовано в одном рудном теле, залегающем в основании нижнекаменёвской подсвиты на вулканитах давыдовской свиты. Перекрывается оно вулканомиктовыми алевролитами, интенсивно каолинизированными до каолинитов. Рудное тело залегает согласно слоистости вмещающих пород. Оно сложено тонко-среднезернистыми массивными, пятнистыми, полосчатыми (слоистыми) сплошными (сливными) сульфидными полиметаллическими и колчеданно-полиметаллическими (медно-свинцово-цинковыми) и, в подчинённом количестве, окисленными (медно-свинцовыми) и смешанными сульфидно-оксидными (медно-свинцово-цинковыми) рудами. Контакты с вмещающими породами сульфидной части рудного тела чёткие, окисленной части, как правило, расплывчатые, в виду чего кондиционность руд определяется посредством химических анализов проб. В породах лежащего бока нередко отмечается сульфидное гнездовое вкрапленное оруденение, по содержанию полезных компонентов относящееся к бедным. Минеральный состав руд месторождения отражен в таблице.

Минеральный состав руд Рубцовского полиметаллического месторождения по [3] с дополнением авторов

Типы руд	Рудные минералы		
	Главные	Второстепенные	Редкие
Первично-сульфидные	Сфалерит, пирит, галенит, халькопирит	Блёклые руды, барит	Марказит, борнит, ковеллин, халькозин
Смешанные	Сфалерит, галенит, халькопирит, пирит	Халькозин, ковеллин, блёклые руды, англезит, церуссит, барит	Борнит, смитсонит, серпиерит
Окисленные	Куприт, самородная медь, малахит, азурит, церуссит, англезит	Тенорит, халькозин, плюмбоярозит, маршит, барит	Самородное серебро, смитсонит, пирит, сфалерит, халькопирит, ковеллин, борнит, серебросодержащий маршит, хризоколла

Образование сульфидных руд месторождения происходило после проявления третьей вспышки эксплозивного подводного вулканизма в позднеживетское время при его гидротермальной деятельности, когда сплошные полиметаллические, колчеданно-полиметаллические руды отлагались осадочным путём на илах морского дна. Ниже в нелифитизированных вулканитах давыдовской свиты формировалось вкрапленное оруденение. В позднем девоне и карбоне произошло захоронение первично-сульфидных руд [4, 5].

Месторождение в дальнейшем неоднократно подвергалось геологическим и физико-химическим преобразованиям [4]. В результате выхода на уровень эрозионного среза верхняя по восстанию часть моноклиально залегающего тела сульфидных руд после частичного разрушения и смыва подверглась гипергенному преобразованию с формированием классической зоны окисления, в которой четко обособлены горизонты собственно окисленных руд, оксидного и вторичного сульфидного обогащения. Руды же нижней по падению

части тела, составляющей 95–98% его запасов, остались в сульфидной форме. В неоген-четвертичное время месторождение было перекрыто рыхлыми песчано-глинистыми отложениями мощностью до 80–100 м.

Заканчивая общую характеристику месторождения, следует отметить его уникальность, заключающуюся в простоте строения (одно рудное тело), в высочайшей концентрации полезных компонентов в сульфидных рудах, состоящих на 80–100% из рудных минералов (сфалерит, халькопирит, галенит, пирит), в разнообразии минеральных видов окисленных руд.

Уникальность Рубцовского месторождения еще более подчеркивается присутствием в заметных количествах маршита – минерала, редко встречающегося в месторождениях рассматриваемого типа.

Месторождение в настоящее время обрабатывается подземным способом. Образцы для исследования отобраны непосредственно из горных выработок. Маршит установлен в составе окисленных руд подзоны вторичного оксидного обогащения, основой минеральной ассоциации которых являются оксиды и гидроксиды железа (гематит, гетит, гидрогетит) и глинистые минералы.

С этой частью зоны окисления на месторождении связаны концентрации самородной меди и проявление самородного серебра. Форма и величина самородков меди весьма разнообразны. Это массивные желваки, плоские и объемные дендриты причудливой формы, вес которых колеблется от долей грамма до нескольких десятков килограммов. Поверхность самородков может быть чистой блестящей или покрыта кристаллическими корочками бесцветного церуссита. Поверхность части медных самородков покрыта пленкой самородного серебра, что является продуктом природного электрохимического процесса. Самородное серебро образует также собственные губчатые выделения, плоские и объемные дендриты, величина которых не превышает 1–1,5 мм (микродендриты). Для самородного серебра намечается минеральное предпочтение, чаще оно связано с реликтовыми гнездами рыхлого халькозина и гнездами, сложенными плотным буровато-черным гетитом или рыхлым бурым гидрогетитом. В охристо-желтом гидрогетите присутствие самородного серебра отмечается реже.

Первоначально в окисленных рудах месторождения маршит ввиду внешнего сходства определялся как церуссит. И только рентгенофазовый анализ порошковых проб и результаты рентгено-флуоресцентного анализа (РФА) позволили однозначно диагностировать минерал как маршит.

В окисленных рудах Рубцовского месторождения маршит проявляется в виде бесцветных с алмазным блеском кристаллов тетраэдрического габитуса размером до $2 \times 1 \times 0,5$ см или их сростков, а также в виде зернистых масс с четко проявленной спайностью.

Основные линии рентгенограммы исследованных образцов: 3,49 (10); 3,02 (2); 2,139 (8); 1,82 (4); 1,746 (2), что точно соответствует эталонным значениям [2]. Анализы выполнены на установке «Дрон-3» на отфильтрованном (Ni-фильтр) медном излучении, напряжение на трубке 30 кВ, ток 18 мА, скорость съемки – $1^\circ/\text{мин}$, шаг сканера $0,1^\circ/\text{с}$ внешним эталоном (кварц) (аналитики Небера Т.С., Ламанова Л.М., ЦКП ГГФ ТГУ).

По результатам РФА (аналитик Агапова Е.Д., ЦКП ГГФ ТГУ) основными компонентами минерала являются Cu и I. Плотность, определенная гидростатическим методом, равна $5,57 \text{ г/см}^3$. Для минерала характерна ярко-красная люминесценция в длинноволновом ультрафиолетовом (365 нм) излучении. Последнее позволяет однозначно оценивать масштабы проявления маршита непосредственно в горных выработках.

Кроме чистого маршита в окисленных рудах тех же выработок, но в меньшем количестве, установлен серебросодержащий маршит – (Cu,Ag)I. Он отличается насыщенным канареечно-желтым цветом. По данным спектрального анализа (аналитик Агапова Е.Д., ЦКП ГГФ ТГУ) содержание серебра в нем составляет 0,30% при незначительном содержании других примесей. Его рентгенограмма несколько отличается от маршита, что выражается в увеличении значений межплоскостных расстояний: 3,50 (10), 2,144 (8). Это может приниматься за косвенное свидетельство изоморфного вхождения серебра в структуру маршита, а данные рентгенограмм могут использоваться при оценке содержания серебра в минерале.

В пределах месторождения маршит проявляется локально. Он либо совершенно отсутствует в обрабатываемых выработках зоны окисления, либо присутствует в количестве, позволяющем относить его к второстепенным минералам окисленных руд. Маршит установлен в линейно вытянутых выработках на протяжении примерно 65 м на глубине 93,6 м в слое мощностью до 2 м. Его проявления наблюдались не только непосредственно в окисленных рудах, но и по трещинам в породах висячего бока рудного тела. В окисленных рудах наиболее крупные выделения минерала в виде отдельных кристаллов и их сростков связаны с участками, сложенными гематит-гидрогетит-каолинитовым агрегатом, в котором он образует согласную со сланцеватостью вкрапленность. В рудах с гидрогетитовой основой он образует прожилки мощностью до 0,3 см. Чаще же он присутствует в виде гнезд размерами до 0,5 см, выполняющих межзерновое пространство рудного агрегата, сложенного гидроксидами железа, глинистыми минералами, с церусситом, самородной медью, самородным серебром. Что касается времени выделения маршита в окисленных рудах Рубцовского месторождения, то выполнение им пустот в участках, сложенных плотными натечными гроздевидными агрегатами позднего темно-коричневого гетита, позволяет считать его наиболее поздним минералом зоны окисления.

Присутствие йодида в зоне окисления Рубцовского месторождения в необычно большом количестве, безусловно, вызывает вопрос об источнике йода. Традиционно образование галогенидов в пределах зон окисления сульфидных месторождений связывается с заключительными стадиями их формирования в условиях аридного климата при участии поверхностных вод, обогащенных ионами галогенов, в том числе йода [1, 2, 6]. Если допускать этот традиционный вариант источника йода и считать йод индикатором аридных палеоклиматических условий времени формирования зон окисления, то присутствие йодидов можно использовать в качестве дополнительного аргумента при решении сложного вопроса о возрасте формирования зон окисления на территории северо-западной части Руд-

ного Алтая. Однако, не ограничиваясь лишь этим вариантом источника йода, следует проанализировать возможность его глубинного поступления, связанного с вулканической деятельностью, а также проанализировать вариант поступления его из минерализованных скважинных вод, если такие были или есть в регионе, и наложение йодидов на уже существующую зону окисления. Не следует исключать вариант, предложенный для Гайского месторождения, рассматривающий в ка-

честве одного из источников йода вмещающие вулканогенно-осадочные породы, при сульфатном разложении которых йод высвобождался и поступал в воды зоны гипергенеза [7].

Окончательное решение вопроса об источнике йода требует всесторонней проработки.

Есть основание полагать, что маршит и другие йодиды могут быть обнаружены в зонах окисления и других полиметаллических месторождений Рудного Алтая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Яхонтова Л.К., Зверева В.П. Основы минералогии гипергенеза: Учеб. пособие. Владивосток: Дальнаука, 2000. 336 с.
2. Минералы: Справочник. Т. 2, вып. 1: Галогениды. М.: Изд-во АН ССР, 1963. 295 с.
3. Свешиникова В.Л., Строителев А.Д. Особенности строения и состав Рубцовского полиметаллического месторождения (Рудный Алтай) // Материалы по геохимии, петрографии и полезным ископаемым Западной Сибири. Томск, 1981. С. 46–49.
4. Чекалин В.М. К вопросу о генезисе Рубцовского месторождения колчеданно-полиметаллических руд на Рудном Алтае // Металлогения древних и современных океанов – 2006. Условия рудообразования. Миасс: ИМин УрО РАН, 2006. С. 91–96.
5. Чекалин В.М. Металлогения северо-западной части Рудного Алтая // Металлогения древних и современных океанов – 2009. Модели рудообразования и оценка месторождений. Миасс: ИМин УрО РАН, 2009. С. 29–35.
6. Перельман А.И. Геохимия: Учеб. пособие для геол. спец. ун-тов. М.: Высш. шк., 1979. 423 с.
7. Читаева Н.А., Миллер А.Д., Гроссе Ю.И., Чистякова Н.И. Особенности распределения йода в зоне гипергенеза Гайского медноколчеданного месторождения // Геохимия. 1971. № 6. С. 696–709.

Статья представлена научной редакцией «Науки о Земле» 29 апреля 2009 г.