

Lawrence L. J., Rafter T. A. Sulfur isotope distribution in sulfides and sulfates from Broken Hill South, New South Wales // *Economic Geology*, 1962. Vol. 57. P. 217–225.

Е. Е. Паленова

*Южно-Уральский государственный университет, г. Миасс
palenova@rambler.ru*

Минералогия свинца в окисленных рудах месторождения Шаймерден (Казахстан)

(научный руководитель Е. В. Белогуб)

Смитсонит-каламиновое месторождение Шаймерден расположено в северо-западном Казахстане в пределах крупного Краснооктябрьского месторождения бокситов. Цинковое оруденение связано с верхнемеловыми континентальными отложениями, заполняющими глубокую карстовую воронку в известняках. По запасам окисленных цинковых руд месторождение Шаймерден является одним из крупнейших в мире [Ивлев, 2007].

Рудное тело месторождения преимущественно сложено глинистыми отложениями, в которых располагаются многочисленные обломки каменистых руд, представляющих собой замещенные цинковыми минералами известняки. Центральная часть рудного тела сложена глинами зеленовато-серого цвета, периферия окрашена оксигидроксидами железа в красный цвет. Верхние участки рудного тела обогащены свинцом, содержание которого с глубиной значительно уменьшается. Текстуры руд – пористая и кавернозная, причем количество и объемы пор закономерно снижаются с глубиной, в центральной части карстовой воронки располагается крупный фрагмент каменистых руд.

По минеральному составу среди руд выделяют каламиновые, смитсонитовые, сфалеритовые. В состав типичных цинковых руд месторождения входят: каламин, смитсонит, соконит, гидроалюмогематит, а также оксиды и гидроксиды железа и марганца и сидерит, сфалерит. Гораздо реже встречается галенит, сфалерит [Ивлев, 2007] и церуссит, а также кварц, халцедон и барит [Voland, 2003].

Ранее нами была изучена минералогия цинка в друзовых агрегатах рудного тела [Паленова, Белогуб, 2007; Паленова, 2008; Паленова, Белогуб, 2008]. Главными минералами здесь являются гемиморфит $Zn_4(Si_2O_7)(OH)_2 \cdot H_2O$, марганцовистый смитсонит $(Zn, Mn)CO_3$, цинковистый родохрозит $(Mn, Zn)CO_3$, кальцит $CaCO_3$, а также гипергенный галенит в виде тонких присыпок. В составе реликтов известняков широко распространены кальцит и доломит $CaMg(CO_3)_2$, в зоне контакта цинкового рудного тела и вмещающих известняков встречаются оксиды и гидроксиды Fe и Mn.

Целью настоящего исследования было дополнение данных о минералах свинца в окисленных рудах месторождения Шаймерден. Установлено, что собственные минералы свинца на месторождении представлены *церусситом* $PbCO_3$, *пироморфитом* $Pb_3(PO_4)_3Cl$ и гипергенным *галенитом* PbS . Кроме того, свинец входит в состав глинистых минералов.

Церуссит образует друзы в полостях и трещинах глинистых руд и представлен двумя морфологическими разновидностями: пластинчатыми и изометричными кристаллами (рис.). Пластинчатые индивиды (*церуссит-1*) неоднородны по своему строению. В их внутренней части располагается ядро молочно-белого цвета, далее

наблюдается смена формы кристалла. Последующие зоны роста прозрачные с плавным переходом в дымчатые. В огранке принимают участие следующие простые формы:

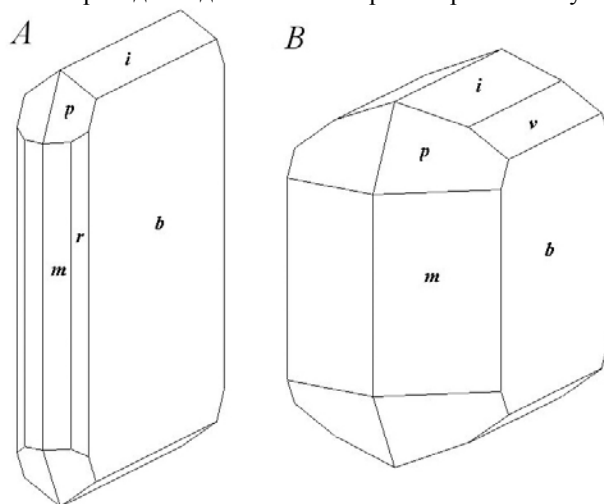


Рис. Морфология кристаллов церуссита.

А – церуссит-I, В – церуссит-II; грани: b (001), m (110), r (130), i (021), v (031), p (111).

второй пинакоид, 3 ромбические призмы, и ромбическая дипирамида. На грани b хорошо заметна вертикальная штриховка. Изометричные кристаллы *церуссита-II* дымчатые, огранка близка к огранке пластинчатых индивидов.

Кристаллы церуссита

часто образуют двойники, тройники, а также решетчатые агрегаты.

Пироморфит является более поздним по отношению к церусситу, образует корочки, почки, примазки на кристаллах карбоната свинца, которые обладают микроромбическим строением. Кристаллики пироморфита игольчатые, размер около 0.1 мм. Корочки и почки часто имеют зональное строение: внутренняя их часть характеризуется зеленоватым оттенком, тогда как внешняя – желтая.

Галенит практически повсеместно присутствует в друзовых агрегатах в виде отдельных кубических кристалликов размером до 0.1 мм и тонкокристаллических масс – «рубашек» на кристаллах церуссита, редко пироморфита. Кроме того, он часто встречается с вторичными минералами цинка – гемиморфитом и смитсонитом.

В более плотных образованиях галенит ассоциирует со сфалеритом. Их взаимоотношения изучены оптическим методом. *Сфалерит* представлен зернами неправильной формы размером до 3 мм, прозрачен, имеет внутренние рефлексы мутновато-коричневого цвета. Часто обрастает зернами или ромбоэдрическими кристаллами карбонатов, иногда среди минералов матрицы присутствует гемиморфит. Галенит образует мелкие кубические кристаллики (размер до 0.05 мм), которые могут располагаться в оторочках сфалерита, карбонатных зерен, или внутри карбонатов и сфалерита.

В рыхлых железисто-марганцевых образованиях Pb отчетливо коррелирует со всеми основными элементами, входящими в состав руд: Zn, Mn, Fe, несколько слабее корреляционные связи с As и Ва. Коэффициент корреляции для Pb и Mn выше (0.99), чем для Mn и Zn (0.94), несмотря на то, что в друзах Mn присутствует в составе смитсонита, а Zn – в родохрозите.

Таким образом, окисленные друзовые руды месторождения Шаймерден характеризуются определенной последовательностью в формировании свинцовой минерализации. Более ранние пластинчатые кристаллы церуссита на начальных стадиях роста имели несколько иную морфологию (отсутствовали грани верхней призмы, благодаря чему вершины кристалла были «острыми»). На более поздних этапах формирования друз происходила резкая, а затем постепенная смена условий. Растворы, из

которых происходило минералообразование периодически пересыщались относительно фосфат-иона, о чем свидетельствует образование пироморфита на поздних стадиях формирования друз.

Первичные сульфидные руды на месторождении не были найдены, кроме того минералы свинца приурочены, в основном, к верхней части рудной залежи. Это свидетельствует о привносе растворов, обогащенных свинцом и цинком, из-за пределов карстовой воронки. Вероятно, первичная залежь свинцово-цинковых руд располагалась недалеко от месторождения. Таким образом, предположение М. Боланда [2003] о том, что в центральной части рудного тела есть реликты первичных сульфидных руд, не подтверждается.

Автор благодарен научному руководителю к.г.-м.н. Е. В. Белогуб за предоставленные образцы и консультации, Т. М. Рябухиной и Е. Д. Зенович за выполнение рентгенофазового анализа, П. В. Хворову за рентгенфлуоресцентную съемку образцов.

Работа поддержана грантами РФФИ (07-05-00824), а также Правительством Челябинской области.

Литература

Ивлев А. И. Уникальное смитсонит-каламиновое месторождение Шаймерден в Валерьяновском синклиории Зауралья // *Металлогения древних и современных океанов–2007. Гидротермальные и гипергенные рудоносные системы.* Миасс: ИМин УрО РАН, 2007. Т. I. С. 198–204.

Паленова Е. Е., Белогуб Е. В. Последовательность минералообразования друзовых окисленных цинковых руд месторождения Шаймерден // *Уральская минералогическая школа–2007. Под знаком марганца и железа.* Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2007. С. 204–207.

Паленова Е. Е. Карбонаты друзовых окисленных цинковых руд месторождения Шаймерден (Казахстан) // *Металлогения древних и современных океанов–2008. Рудоносные комплексы и рудные фации.* Миасс: ИМин УрО РАН, 2008. С. 169–173.

Паленова Е. Е., Белогуб Е. В. Минералогия друзовых окисленных цинковых руд месторождения Шаймерден (Казахстан) // *Минералогические музеи.* СПб., 2008. С. 199–201.

Boland M. B., Kelly J. G., Schaffalitzky C. The Shaimerden Supergene Zinc Deposit, Kazakhstan: A Preliminary Examination // *Economic Geology*, 2003. Vol. 98. № 4. P. 787–795.

Е. Р. Антикеев¹, В. В. Масленников², И. Г. Жуков²

¹ – Южно-Уральский государственный университет, г. Миасс,
jonny_ap@mail.ru

² – Институт минералогии УрО РАН, г. Миасс

Текстурные типы руд

Варваринского золото-медно-скарнового месторождения, Казахстан

Варваринское золото-медно-скарновое месторождение расположено в Тарановском районе Костанайской области в 100 км к северо-востоку от г. Костанай. Ме-

сторожение находится в Александровской рудно-формационной зоне на границе Валерьяновской зоны и Восточно-Уральского поднятия. В строении Александровской зоны участвуют породы андезит-базальтовой формации, серпентиниты и углеродистые пелитолиты [Мазуров, 2003]. В основании геологического разреза располагается толща базальтов, излившихся в ордовике–среднем девоне, перекрытых среднедевонской толщей черных сланцев. В базальтовых потоках присутствуют отдельные прослои серпентинитов, мраморизованных известняков. Вулканогенно-осадочные породы пронизаны интрузиями диоритов, внедрение которых привело к образованию гранатовых скарнов и крупнозернистых серпентинит-амфиболовых пород. Скарны как таковые имеют незначительное распространение [Чурманов, 2001ф].

Месторождение расположено на территории с проявлением медно-золотой минерализации длиной 4.5 и шириной 0.6–1.2 км. На месторождении выделяется до 65 рудных тел. Наиболее насыщена рудными телами южная половина месторождения. Пространственно минерализация совпадает с локальным поясом даек и штоков диоритовых порфиритов северо-восточного простирания [Чурманов, 2001ф]. Месторождение имеет сложный генезис, в формировании оруденения участвовало несколько одновременных рудообразующих процессов, при этом золото относится к более поздней минерализации.

В настоящее время карьером вскрыта крутопадающая рудная залежь протяженностью 50 м при мощности 15 м. Главными минералами руд являются магнетит и пирит, второстепенными – кальцит, сидерит, хлорит, халькопирит, гематит, марказит, пирротин, сфалерит, арсенопирит, борнит, хромит, пентландит, герсдорфит, никелин, миллерит, ильменит, паркерит, бравоит, кобальтин, макинавит, молибденит, мельниковит, халькозин; редкие – самородное золото и блеклые руды.

Средние содержания золота в рудных телах меняются от 0.34 до 2.57 г/т, меди от 0.04 до 1.62 %, серебра от 0.10 до 8.02 г/т. Золото в тонкодисперсном и самородном виде, чаще всего, находится в халькопирите, реже – в других рудных и нерудных минералах. По данным рентгенофлуоресцентного анализа, проведенного в Институте минералогии УрО РАН, в отобранных пробах содержания Cu составляют 2 %, Au 3.5 г/т, единичные содержания Cu в рудах достигают 7.9 %, Zn до 1.6 %, Pb до 1 %, Co до 0.8 %.

В рудной залежи выделяются разнообразные текстурные разновидности руд, среди которых наиболее частыми являются, массивные, пятнистые и сетчатые текстуры замещений, жильные и брекчиевидные разновидности (рис.).

Массивные и пятнистые руды представлены почти сплошным магнетитом, частично замещенным пиритом. Магнетит содержит реликты хлоритизированного вулканогенного материала. В некоторых случаях можно наблюдать признаки замещения вулканокластов базальтового состава ярко-красным гематитом и, затем, магнетитом. Встречаются структуры замещения магнетита пиритом. Порфиновые выделения в магнетитовой массе представлены пластинчатыми выделениями пирита, возникшими на фронте замещения.

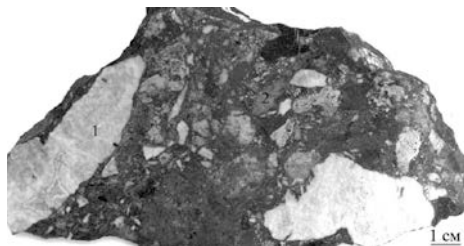


Рис. Брекчиевидные руды Варваринского месторождения.

1 – обломки мраморизованного известняка; 2 – пиритовые рудокласты.

Сетчатые руды представлены практически сплошным магнетитом с переплетающимися тонкозернистыми прожилками пирита. Здесь же встречаются прожилки кальцита и халькопирита, содержащие самородное золото. В некоторых случаях эти руды переходят в массивные пиритовые разновидности.

Брекчиевидные руды состоят из обломков мраморизованного известняка и пиритовых рудокластов размером от 2–3 мм до 10–15 см. Цемент брекчий представлен кальцитом и пиритом. Эти брекчии сходны по текстурам с гидротермокарстовыми рудно-известняковыми кольматолитами медно-цинково-колчеданного месторождения им. XIX партсъезда (Южный Урал, Восточно-Магнитогорская зона). Для месторождения этот текстурный тип уникален.

Анализ текстур руд и взаимоотношений минералов позволяет предполагать, что формирование месторождения происходило в несколько стадий. На первой стадии (гальмиролиза) андезибазальты и их гиалокластиты подверглись палагонитизации и гематитизации, на второй стадии (катагенеза или метагенеза) продукты палагонитизации заместились магнетитом. На третьей стадии (скарновой) в толщу базальтов внедрялись диориты, формировались гранатовые скарны, магнетит замещался пиритом. Известняки превращались в мрамор и растворялись. Образовавшиеся карстовые полости заполнялись брекчиями, сложенными обломками пирита, магнетита и известняков. На заключительной стадии формировались кальцит-халькопиритовые жилы с самородным золотом.

Можно предполагать, что источником золота на месторождении служили сульфидсодержащие черные сланцы, а медь поступала при преобразованиях андезибазальтов.

Литература

Мазуров А. К. Геодинамические обстановки формирования металлогенических комплексов Казахстана. Томск, 2003. 43 с.

Чурманов Ю. Л. Геолого-экономическая оценка и подсчет запасов медно-золотых руд Варваринского месторождения. Костанай, 2001ф.

И. Р. Проконьев¹, А. С. Борисенко^{1,2}, А. Э. Изов^{1,2}, Е. А. Наумов²

¹ – Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск
pro.kop@ngs.ru

² – Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск

Минералого-петрографические особенности медно-никелевого месторождения Максут (Восточный Казахстан)

Месторождение Максут расположено в Восточном Казахстане, в 80 км от г. Семипалатинска, в северо-западной части Зайсан-Гобийского пояса, в пределах Жарма-Саурской структурно-формационной зоны герцинид Восточного Казахстана. Месторождение входит в ареал развития Cu-Ni оруденения, широко проявленного в Западной Монголии и Северном Китае.

В геологическом строении месторождения принимают участие две рудоносные габброидные интрузии – Северный и Южный Максут площадью 6 и 2.5 км² (рис. 1).