

ЦИРІЛ ВАРЧЕК*

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЗОНАЛЬНОСТИ АЛЬПИЙСКОЙ
ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ СПИШСКО-ГЕМЕРСКОГО
РУДОГОРЬЯ

Резюме: В Спишско-гемерском рудогорье в связи с альпийскими орогеническими и магматическими процессами возникла интенсивная и разнообразная гидротермальная минерализация. Она отличается ярким полиасцендным характером — можно различить магнезитовый, сидеритовый, кварц-сульфидный и антимонитовый этапы минерализации. В распределении продуктов отдельных этапов и периодов можно отличить преобладающую прямую геотермическую зональность, но и случаи обратной зональности. Закономерные признаки региональной зональности можно наблюдать и в вариации химического состава основных минералов — напр. содержания MgO в сидерите, Sr в барите, Sn в халькопирите, Hg в тетраэдрите.

Abstract: In the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. in connection with the alpine orogenic and magmatic processes intense and variegated hydrothermal mineralization originated. It is marked by distinct polyascent character — the magnesite, siderite, quartz-sulphide and antimonite mineralization stages may be distinguished. In distribution of the products of the individual stages and periods a prevailing direct geothermal zonality but also cases of reverse zonality may be distinguished. Lawful indications of regional zonality may also be observed in variation of chemical composition of the principal minerals — e. g. of MgO contents in siderite, Sr in barite, Sn in chalcopyrite, Hg in tetrahedrite.

Спишско-гемерское рудогорье представляет собой самый значительный район рудных месторождений Западных Карпат. В связи с альпийскими орогенными и магматическими процессами здесь возникла весьма интенсивная и пестрая гидротермальная минерализация, к которой мы относим крупные метасоматические месторождения магнезита, многочисленные жильные и метасоматические залежи сидерита, связанные с ними аккумуляции баритовых, медных, никель-кобальтовых, свинцово-цинковых, ртутных и других руд, а также и месторождения сурьмяных и золотосодержащих руд и недавно обнаруженное месторождение и рудопроявления Sn (W , Mo) и U (Ti , Nb , TR) формаций. Оруденение частично генетически, а главным образом парагенетически связано с гранитоидным плутонизмом альпийского возраста. На современном эрозионном срезе нам известны из него лишь небольшие апофизы кислых гранитов в центральной зоне Рудных гор, в то время как главные интрузивные массы лежат в глубине гемеридного антиклинория, что можно обоснованно предполагать на основе геологических и геофизических данных.

Что касается источника гидротермальной минерализации Спишско-гемерского рудогорья, мы его не ищем прямо в гранитном плутолизме, но в целом комплексе сложных процессов вещественной миграции вызванной альпийским

* Проф. д-р Ц. Варчек, канд. наук. Кафедра полезных ископаемых, Естественный факультет Университета им. Я. А. Коменского, Жижкова ул. 3, 811 02 Братислава.

орогенезисом. Гидротермальные растворы здесь носили смешанный характер. В них преобладали растворы метаморфического происхождения с меньшей — большей долей магматических растворов и на высших уровнях участвовали и воды метеорного происхождения. Широкое участие немагматических источников можно документировать наличием таких минералов в рудных жилах, которые отвечают минеральным ассоциациям соответствующих метаморфических фаций в окружающих комплексах пород (альбит, хлорит, эпидот-цоизит, серицит, стильпномелан и т. д.). Основные элементы рудных месторождений (Fe, Mg, Mn, Ca, Ba, Si) и другие компоненты с изменчивым содержанием (Na, K, B, Ti, Cr, P), часть халькофильных элементов (Cu, Ni, Co, As, Sb, Pb, Zn, Bi, Ag, Hg) и часть U, Th, Au, W, Sn, Mo, наверно также мобилизована из вулканогенно-осадочных комплексов палеозоя гемерид. То же самое касается основных анионов — карбонатного, сульфатного и серы в сульфидных минералах (Varček, 1961, 1983).

Спишко-гемерское рудогорье представляет яркую сводовую мегаструктуру. В ее ядре находится центр термального, метаморфического и магматического фронтов, которые вызвали подъем гидротермального фронта в высшие зоны этого поднятия. Из этого вытекает возможность наблюдать закономерные явления зональности минерализации целого металлогенетического района вокруг центра этой сводовой структуры.

Основные черты зонального расположения месторождений различных типов оруденения — магнезитовых, сидеритовых, медных и сурьмяных — были известны еще в прошлом. С более современных аспектов разработка некоторых сторон региональной и вертикальной зональности оруденения началась лишь в связи с более детальным изучением парагенетических отношений и сукцессии минерализации за последние двадцать лет (Varček, 1956, 1961, 1963; Bernard, 1961, 1963). Детальная картина региональной зональности оруденения могла быть разработана лишь после комплексной оценки результатов длительного геологического и минералогического изучения месторождений, составления общей схемы последовательности минерализации и сбора достаточного количества данных о вариации химического состава главнейших минералов. (Варчек, в коллективной работе Bartalský и др., 1973). Процессы гидротермальной минерализации в Спишко-гемерском рудогорье отличаются ярко выраженным пульсационным характером, зависящим от пульсационного течения тектоно-метаморфических и магматических альпийских процессов. Мы выделили четыре главных этапа минерализации: магнезитовый, сидеритовый, кварц-сульфидный и антимонитовый. Каждый из них можно еще разделить на несколько периодов и стадий минерализации. Это позволило проследить явления зональности не только в грубых чертах, что означает пространственное распространение главных этапов минерализации, но и в детальном смысле, то есть взаимную пространственную позицию отдельных минеральных ассоциаций и минералов в рамках упомянутых этапов, ареалы которых часто перекрываются.

Магнезитовый этап минерализации связан с узкой зоной вдоль линии надвига гемерид на вепоридное предполье, причем все значительные месторождения лежат в известняках гемеридного карбона в полосе от Лученца по Охтину и после перерыва продолжают в северных окрестностях г. Кошице. Их распространение обусловлено тектоническими, литологическими, а вероятно, и термобарометрическими факторами. (Зона магнезильного метасоматоза

является более глубинной в сравнении с зоной сидерита). Источник магния, необходимого для их образования, нужно искать скорее всего в более глубоких комплексах на магний богатых пород, подвергшихся сильному альпийскому метаморфизму.

Сидеритовый этап минерализации распространен почти на всей площади гемерид (заходит и в соседние единицы), но максимум его отчетливо связан с более внешними зонами, тогда как внутри центральной зоны антиклинория он постепенно прекращается. Этот этап имеет отчетливо аноматический характер, он мог возникать только на значительном удалении от поверхности главной глубинной интрузии и локализован преимущественно на глубоко проникающих разломах в периферических зонах гемеридного антиклинория. Из главных минералов этого этапа барит развит лишь на самых внешних жильных поясах и в верхних участках жил, по направлению вовнутрь Рудных гор он быстро исчезает. Максимум развития сидерита также приходится на внешнюю зону, но оно продолжается с постепенно слабеющей интенсивностью вплоть до центральных частей Рудных гор. При этом наблюдаются и закономерные изменения в химическом составе сидерита. На внешних месторождениях средние содержания MgO большей частью лежат в диапазоне 3—6%, в более внутренних зонах оно постепенно повышается до 10—15%, местами даже 20%. Настоящих сидеритов в Спишско-гемерском рудогорье мало, большей частью это — сидероплезиты и пистомезиты, во внутренней зоне местами даже мезитины. Содержание MnO в здешних сидеритах низко, исключение составляет месторождение Железник, где чаще обнаруживались содержания 4—15%. На остальных месторождениях среднее содержание не превышает 4%, а именно во внешних зонах — примерно 2,5—3,5%, во внутренних зонах оно понижается до 1,8—2,1%, местами даже до 1%.

У барита содержание Sr оказалось низким, причем наблюдается его колебание от 0,3 до 2%, которое за определенным исключением, зависит от температуры кристаллизации барита. (Температуры декрепитации колеблются главным образом в диапазоне от 150—280 °C).

Кварц-сульфидный этап минерализации имеет региональное распространение, охватывая почти все Спишско-гемерское рудогорье. Его интенсивность зависит от интенсивности проявлений интерминерализационной тектоники после сидеритового этапа. Относительно слабее представлен он на метасоматических месторождениях. На жильных месторождениях он представлен с вариабильной интенсивностью во всех зонах, начиная внешней вплоть до центральной, причем, в более внутренних областях он образует и особенные жилы. Однако пространственные изменения в содержании различных минералов этого этапа весьма отчетливы как в горизонтальном, так и в вертикальном смысле. Речь идет о нормальной геотермической зональности, которая в существенной мере обусловлена магматическим фактором, лишь некоторые аномалии зависят скорее от характера вмещающих пород.

На месторождениях периферических зон в этом этапе представлены преимущественно низкотермальные минералы — тетраэдрит с высоким содержанием ртути, местами сопровождаемый тоже киноварью, низкотермальный гематит (спекулярит). По направлению к центру Рудных гор эти минералы уступают место сукцессивно более старшим и более термальным сульфидам — сначала халькопирит преобладает над тетраэдритом, местами чаще встречается

темный сфалерит, потом прибывают не частые, но характеристические минералы Bi (Bi — джемсонит, кобелит, козалит, айкиннит и др.), минералы Ni-Co (герсдорфит, скуттерудит, ульманит, кобальтин и др.) и повышается содержание пирита, арсенопирита и пирротина. В более внутренних зонах в жилах относительно более часто встречается турмалин, причем его отчетливо повышенные аккумуляции связаны с зоной апофиз гемеридных гранитов, которые также им очень богаты. Непосредственно в апофизах гемеридных гранитов локально развита высокотермальная Sn (W, Mo) минерализация с топазом, флюоритом и высокотермальными сульфидами, далее акцессорная Ti-Nb минерализация (ильменит, ильменорутил), а в их ближайшем окружении наблюдаются слабые проявления урановой минерализации (браннерит, уранинит, апатит, местами ксенотим, монацит, золото и различные сульфиды в кварцевых жилах).

В рамках данного этапа минерализации мы располагаем, таким образом, в Спншско-гемерском рудогорье представленной почти полностью шкалой Эммонса, начиная от Hg вплоть до Sn (правда, многие зоны здесь представлены лишь эмбрионально), причем все это в относительно небольшом пространственном диапазоне, составляющем иногда всего несколько километров. Такое сгущение геотермической зональности свидетельствует о сравнительно неглубоком залегании источника оруденения в ходе этого этапа минерализации и сравнительно мало продвинувшейся денудации рудоносной зоны, что служит косвенным доказательством молодого возраста оруденения.

У некоторых главных минералов этого этапа мы наблюдали пространственные изменения химического состава с целью более детально нарисовать картину региональной зональности.

У тетраэдрита широкий изоморфизм давно известен и в Спншско-гемерском рудогорье подробно изучен Бернардом (1958, 1961) и другими авторами, поскольку содержание ртути и других элементов имеет здесь экономическое значение. На основании общей оценки существующих количественных анализов можно дать следующую картину пространственных изменений содержаний Hg в тетраэдритах из сидерит-сульфидных месторождений Спншско-гемерского рудогорья:

На месторождении Рудняны содержание в верхних участках жил превышает 10 ‰ (максимальное — 18,6 ‰), в нижележащих частях оно не превышает 10 ‰, а в нижних — не превышает 5 ‰ и падает до 1—2 ‰, в среднем же составляет для этого месторождения примерно 7 ‰. И на других месторождениях во внешней зоне содержания высокие — Пижна Слана примерно 6—10 ‰, Гелница — 5 ‰, Виндт — 4 ‰, Красногорске Подградие — 4 ‰, Рожнява и Добшина примерно 2 ‰, Млинки — 1,5 ‰. На месторождениях внутрилежащих зон среднее содержание Hg в тетраэдритах падает до десятых, в виде исключения и до сотых долей процента. Это служит ясным доказательством того, что с повышающейся термальностью содержание изоморфной Hg отчетливо падает. В общих чертах это действительно и для содержания Ag, но здесь довольно часто встречаются исключения. Изменения содержаний As имеют обратную тенденцию, однако и здесь существуют некоторые исключения.

У халькопирита мы более подробно рассматривали изменения содержания олова, по которым можно оценивать температуру кристаллизации. Очевидно более высокое содержание олова наблюдается в халькопиритах из центральной

части Рудных гор, где оно для более крупных рудных районов достигает $150\text{--}250 \text{ млн}^{-1}$ (максимально даже $750\text{--}800 \text{ млн}^{-1}$), тогда как во внешней зоне оно составляет лишь несколько десятков млн^{-1} и даже практически бывает нулевым (область Рудняны и Красногорске Подградие). Содержание цинка также в общем более высокое в халькопиритах из внутренних частей Рудных гор (в среднем оно превышает 500 и даже 1000 и более млн^{-1}), тогда как во внешних частях оно в общем ниже (менее 500 и даже млн^{-1} , в некоторых районах достигая ничтожного количества). Однако эти изменения в значительной степени зависят от характера минеральных ассоциаций на отдельных месторождениях, что еще в большей мере относится к содержанию свинца.

Далее мы наблюдали изменения содержаний некоторых рассеянных элементов в турмалине. Этот минерал в большом количестве встречается в гемеридных гранитах, в их грейзенизированных частях, в контактных зонах, а также и на более высоко- и низкотермальных рудных жилах, причем, во всех случаях речь идет о черном турмалине — шерле. Содержания типоморфных элементов, главным образом Sn, Li и Be показывают, однако, закономерную вариацию — в турмалинах из гранитов грейзенов они самые высокие: Sn — 145 млн^{-1} , Li — 76 млн^{-1} , Be — 8 млн^{-1} , и по направлению к рудным жилам периферических зон заметно понижаются, достигая в случае Li и Be часто даже нуля. В турмалинах из сидеритовых жил средние содержания Sn около 15 млн^{-1} , Li 19 млн^{-1} , Be 2 млн^{-1} , значит у Sn 10 х, у Li и Be 4 х меньше чем у турмалинов из гранитов и грейзенов.

Кварц-антимонитовый этап минерализации, в противоположность предшествующим этапам, имеет совершенно автономное, но закономерное распространение. Он образовался лишь после четкого временного перерыва, на новообразовавшихся жильных структурах в центральной зоне Рудных гор. Таким образом, он локализован не в периферических зонах, а, наоборот, всегда появляется в ближайших окрестностях апофиз гемеридных гранитов, что можно обозначить по сравнению с нормальной геотермической зональностью предшествующего сульфидного этапа элементом „обратной зональности“ (Varček, 1961).

Явления зональности в узкой полосе сурьмяных жил можно наблюдать лишь в продольном направлении. Вблизи гранитных массивов Sb — минерализация наиболее интенсивная, парагенетически пестрая, содержание золота в руде заметно повышено, а также здесь относительно часто встречается шеелит, или же ферберит. Дальше от гранитных тел Sb — минерализация менее интенсивна, содержание Au и As в руде ниже, а в антимоните появляется примесь Hg.

Выводы

Альпийская гидротермальная минерализация Спшско-гемерского рудогорья является весьма пестрой и сложной, что связано с пульсационными проявлениями тектоники, магматизма и восхождения гидротермальных растворов. Полиасцендентная минерализация с проявлениями реювенизации и телескопирования часто находится под отчетливым влиянием различной геологической среды. Расшифровка сложной картины региональных изменений характера минерализации и нахождение их закономерностей были не легким делом, но они имеют большое теоретическое и практическое значение. Результаты этого анализа, некоторые из

которых мы здесь привели в краткой форме, позволили установить глубину эрозионного среза различных рудных участков, высказать прогнозы о изменении характера оруденения по направлению вглубь на главных месторождениях, выделить прогнозные области по различным типам руд — железных, баритовых, медных, ртутных, сурьмяных, золотых, оловянных и других. В связи с обнаружением экономической оловянной минерализации в гранитном штоке у Гнильца большое значение приобретает вопрос определения рельефа глубинной, гранитной интрузии и в особенности позиции небольших апофиз кислых гранитов, лежащих неглубоко под поверхностью, с которыми может быть связана грейзеновая Sn (W, Mo) формация. Много ценных данных в этом направлении дало геофизическое исследование, но его возможности в некоторых областях ограничены — например, из-за небольших размеров гранитных апофиз, присутствия тяжелых основных пород в северной части Рудных гор и т. п. Применение критериев детального анализа зональности оруденения с одновременным наблюдением первичных и вторичных ореолов рассеяния типоморфных минералов или элементов, а также изучением изменений интенсивности метаморфизма пород может предоставить в наше распоряжение весьма важные данные для поисков вышеупомянутых скрытых апофиз гранита. До сих пор это подтверждалось уже при локализации четырех разведочных буровых скважин, которые действительно на предполагаемой небольшой глубине достигли гранитные тела. Мы надеемся, что в некоторых из этих тел удастся обнаружить и присутствие Sn-W оруденения.

Перевод А. Варчекова

ЛИТЕРАТУРА

- BARTALSKÝ, J., et al., 1973: Geologicko-ložisková štúdia Spišsko-gemerského rudohoria. Manuskript, Geofond, Bratislava.
- BERNARD, J. H., 1958: Chemismus a velikost mřížkových konstant spišsko-gemerských tetraedritů. Rozpr. Čs. Akad. Věd, Ř. mat. přír. věd, (Praha), 14, s. 1—74.
- BERNARD, J. H., 1961: Regional primary zoning of ore vein fillings in the metallogenetic region of Spišsko-gemerské rudohorí (Czechoslovakia). Acta Univ. Carol., Geol., (Praha), 1, s. 9—20.
- BERNARD, J. H., 1965: Zoning in the Spišsko-gemerské rudohorie Mts. as an example of polyascendent and monoascendent zoning. In Symposium — Problems of Postmagmatic Ore Deposition, Vol. II., Prague, s. 90—104.
- VARČEK, C., 1956: Príspevok k poznaniu metalogenetických pomerov v južnej časti Spišsko-gemerského rudohoria. Geolog. Sborn. SAV, (Bratislava), 7, 1—2, s. 58—65.
- VARČEK, C., 1961: Zonale Verteilung der hydrothermalen Vererzung im Zips-Gömörer Erzgebirge und Einfluss des geologischen Milieu auf Charakter der Mineralisation. Geol. Práce, Zoš. 60, (Bratislava), s. 281—301.
- VARČEK, C., 1963: Specialities of regional zoning of hydrothermal mineralization in the Spišsko-gemerské rudohorie Mts., Czechoslovakia. In Symposium — Problems of Postmagmatic Ore Deposition, Vol. I., Prague, s. 137—143.
- VARČEK, C., 1983: Vplyv geologického prostredia na hydrotermálnu mineralizáciu Spišsko-gemerského rudohoria. In: Zborn. Konfer., Vplyv geologického prostredia na zrudnenie. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava, s. 73—79.