

О. Л. СВЕШНИКОВА

МИНЕРАЛЬНЫЕ АССОЦИАЦИИ СУЛЬФОАНТИМОНИТОВ СВИНЦА И СЕРЕБРА В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Среди сульфoантимонитов свинца и серебра, относимых к числу редких минералов, в настоящее время выделяют: фрейслебенит — AgPbSbS_3 , диафорит — $\text{Ag}_3\text{Pb}_2\text{Sb}_3\text{S}_8$, овихиит — $\text{Ag}_2\text{Pb}_5\text{Sb}_6\text{S}_{15}$, андорит $\text{AgPbSb}_3\text{S}_6$, рамдорит — $\text{Ag}_2\text{Pb}_3\text{Sb}_6\text{S}_{13}$ [1], физелиит — $\text{Ag}_2\text{Pb}_5\text{Sb}_8\text{S}_{13}$ и наказеит — $\text{Ag}_3\text{CuPb}_4\text{Sb}_6\text{S}_{12}$. Названные сульфосоли характерны для месторождений, относимых по классификации Шнейдерхёна к Ag-Pb-Zn и Sn-Ag формациям, некоторые из них иногда наблюдаются также в золото-сульфидных и антимонитовых жилах.

Различия в индивидуальных минеральных ассоциациях сульфoантимонитов Pb и Ag до сих пор в литературе практически не обсуждались. В ряде работ можно столкнуться с представлением о совместном образовании большинства из них. В качестве минералов, ассоциирующих с сульфoантимонитами Pb и Ag приводится широкий комплекс минералов полиметаллических и оловянно-серебряных месторождений, включающий как наиболее ранние — пирит, касситерит, так и наиболее поздние из них — пираргирит, аргенит.

Анализ литературных данных [2—20], а также собственные наблюдения свидетельствуют о том, что сульфoантимониты Pb и Ag занимают определенное место в процессе минералообразования и сопровождаются ограниченным кругом минералов, среди которых постоянными являются сульфoантимониты Pb, часты галенит, тетраэдрит и антимонит. При всем своеобразии минерального состава каждого из месторождений в отдельности в целом в большинстве из них наблюдаются общие черты в смене минеральных комплексов. Так в полиметаллических месторождениях по мере развития процесса галенит замещается сульфoантимонитами Pb, последние в свою очередь сменяются сульфoантимонитами Pb и Ag, за которыми следуют чисто серебряные сульфосоли (пираргирит, стефанит, полибазит) и, наконец, аргенит и самородное серебро.

Смена минеральных комплексов может быть как резкой, так и постепенной. При переходе от свинцовых к свинцово-серебряным сульфосолям обычно наблюдается период совместного выделения этих сульфосолей.

Таким образом: $\text{PbS} \xrightarrow{1} \text{Pb-Sb} \text{ — сульфосоли} \rightarrow \text{Pb-Ag-Sb-сульфосоли} \rightarrow \text{Ag-Sb-сульфосоли} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} \rightarrow \text{Ag}$.

Подобной схеме отвечает процесс минералообразования на Ag-Pb-Zn месторождениях Якутии, Забайкалья и Дальнего Востока, а также на месторождениях Пришибрам (ЧССР), Капник Хержа (РНР), Ривертри (Австралия). Для месторождений Фрейберг (ГДР) и Бая Сприе (РНР), отличающихся многоэтапностью и многостадийностью процесса минералообразования, намеченная схема несколько усложняется.

В оловянно-серебряных месторождениях, образовавшихся в результате наложения сурьмяно-свинцово-серебряной минерализации на пер-

¹ Здесь и далее стрелка показывает направление процесса.

воначально относительно простой состав рудных жил (кварц, пирит и касситерит) наблюдается иная последовательность в смене минеральных комплексов. К числу главных минералов в этом типе месторождений наряду с тремя выше названными относятся фрейбергит, сульфоантимониты Pb и андорит, выделение которых отвечает следующей схеме: фрейбергит→Ag-Pb-Sb-сульфосоли→Pb-Sb-сульфосоли→PbS.

Анализ возрастных взаимоотношений сульфоантимонитов свинца и серебра с другими минералами позволил выделить для них с различной степенью достоверности ряд минеральных ассоциаций (рассматриваемая нами ассоциация представляет собой сочетание минералов, образовавшихся в близких физико-химических условиях в результате одной или ряда связанных друг с другом химических реакций).

В месторождениях Ag-Pb-Zn формации:

- 1) галенит→диафорит→овихиитовая ассоциация (месторождения Якутии: Верхне-Менкеченское, Мангазейское и др.; Забайкалья: Усть-Теремки, Боровушка; Ривертри — Австралия);
- 2) галенит→буланжерит→диафоритовая (Пршибрам — ЧССР);
- 3) галенит→фрейслебенит — диафоритовая (Фрейберг — ГДР, Бая Сприе—РНР, Иендельэнсина — Испания);
- 4) андорит→Pb-сульфоантимонит (жемсонит, семсейит)→антимонитовая (Бая Сприе, Бая Маре — РНР);
- 5) антимонит→Pb-сульфоантимонит (семсейит, жемсонит)→физелиитовая (Хержа — РНР);
- 6) жемсонит→андорит→овихиитовая (Мори, США);

В оловянно-серебряных месторождениях:

- 7) фрейбергит→андорит→Pb-сульфоантимонитовая (цинкениит, буланжерин, жемсонит, плагионит) (Оруро, Потоси — Боливия).

В золото-сульфидных месторождениях:

- 8) фрейбергит→андорит (наказеит)→антимонитовая (Накази, Япония).

В антимонитовых месторождениях:

- 9) андорит→физелиит→антимонитовая (Людвиг, ФРГ).

Общими для этих минеральных ассоциаций является то, что сульфоантимониты Pb и Ag с высоким отношением металлов к сурьме $RS : Sb_2S_3$, равным 2 и выше (фрейслебенит, диафорит, овихиит), как правило, ассоциируют с галенитом. Сульфосоли с отношением металлов к сурьме $RS : Sb_2S_3$ меньше 2 (рамдорит, андорит, физелиит, наказеит) ассоциируют с антимонитом.

Неясными остаются взаимоотношения свинцово-серебряных сульфосолей с их постоянными спутниками — свинцовыми сульфосолями. Л. Н. Индолев [2, 3, 4] на примере изучения якутских сереброполиметаллических месторождений пришел к выводу о том, что в месторождениях, где развиты диафорит и овихиит, характеризующиеся высоким отношением катионов к сурьме ($RS : Sb_2S_3 \geq 2$), свинцовые сульфосоли также представлены минералами с высоким отношением свинца к сурьме. Это в первую очередь буланжерит ($PbS : Sb_2S_3 = 2,5$) и семсейит ($PbS : Sb_2S_3 = 2,25$). В этих месторождениях, по мнению Л. Н. Индолева, из серебряных сульфосолей не встречаются андорит и физелиит с отношением $RS : Sb_2S_3$ не более 1,5, а из свинцовых — цинкениит ($PbS : Sb_2S_3 = 1$) при достаточной редкости в них жемсонита ($PbS : Sb_2S_3 = 1,33$).

Обзор всех известных месторождений сульфоантимонитов свинца и серебра показал, что в них не наблюдается отмеченной Индолевым закономерности. Жемсонит и буланжерит в равной степени характерны

как для месторождений диафорита, фрейеслебенита и овихиита, так и для месторождений андорита и физелиита. В свою очередь цинкениит может встречаться с овихиитом и диафоритом (Усть-Теремки). Кроме того, в месторождении Хержа фрейеслебенит наблюдается в ассоциации с физелиитом, а в Мори — вместе с андоритом в течение одной стадии образуется овихиит (I генерация).

Вопреки представлению о совместном образовании большинства сульфоантимонитов свинца и серебра заметим, что месторождения, в рудах которых установлено больше двух минералов из этой группы, редки. Особняком стоит месторождение Мори (США), где широким развитием пользуются почти все известные сульфоантимониты Pb и Ag. Однако, по мнению Вильямса [19], лишь два из них — андорит и овихиит I — образовались путем кристаллизации в свободном пространстве. Все остальные сульфосоли являются ступенями в сложном процессе метасоматического преобразования андорита.

Поскольку реакционные явления при образовании серебро-свинцовых сульфосолей, по-видимому, имели место и в других месторождениях, хотя в несравненно меньших масштабах, чем в Мори, имеет смысл подробнее остановиться на последнем месторождении. Процесс метасоматического изменения андорита начинается с замещения его диафоритом (иногда фрейеслебенитом), а затем либо прямо овихиитом, либо физелиитом в качестве промежуточной ступени. Завершается процесс развитием галенита по овихииту, который, по мнению Вильямса, является последним минералом в системе Ag—Pb—Sb—S. Однако, на наш взгляд, последним в ряду сульфоантимонитов Pb и Ag следует считать не овихиит, а минерал состава $AgPb_3Sb_3S_8$, установленный Шенноном в рудах месторождения Мори в 1922 г. [17]. Вслед за Шенноном и вопреки мнению Вильямса, полагавшего, что Шеннон подверг химическому анализу смесь овихиита и галенита, мы склонны считать это соединение самостоятельным минеральным видом [20]. Тогда процесс изменения андорита в месторождении Мори схематически можно представить следующим образом:

Андорит $\begin{cases} \rightarrow \text{диафорит} \rightarrow \text{физелиит} \rightarrow \text{овихиит} \rightarrow \text{минерал Шеннона} \rightarrow \text{галенит.} \\ \rightarrow \text{фрейеслебенит} \end{cases}$

Этот ряд сульфоантимонитов Pb и Ag свидетельствует о том, что смена сульфосолей происходила в направлении увеличения их свинцовистости и связана с выносом Ag и Pb в течение всего процесса минералообразования.

Таким образом, проведенным исследованием установлено, что многие сульфоантимониты Pb и Ag встречаются обособленно друг от друга в индивидуальных минеральных ассоциациях и являются характерными минералами в месторождениях различных типов. Так, высокосвинцовистые сульфосоли ($RS : Sb_2S_3 \geq 2$) характерны, главным образом, для полиметаллических месторождений, в то время как в оловянно-серебряных, золото-сульфидных и антимонитных жилах распространены в основном высокосурьмянистые сульфосоли ($RS : Sb_2S_3 < 2$). Последние сульфосоли встречаются также и в полиметаллических месторождениях, но лишь в тех, в которых наблюдается антимонит. Если в полиметаллических месторождениях наряду с высокосвинцовистыми развиты и высокосурьмянистые сульфосоли, то эти две группы сульфосолей оказываются разобщенными во времени, будучи связаны с различными стадиями минерализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Свешникова О. Л., Бородаев Ю. С., Мозгова Н. Н.*—О неоднородности рамдорита.—Докл. АН СССР, 1971, 199, № 5.
2. *Индолев Л. Н.*—Первая находка диафорита в СССР.—Докл. АН СССР, 1962, 142, № 6.
3. *Индолев Л. Н.*—Овихнит из месторождений Южного Верхоянья.—Докл. АН СССР, 1966, № 6.
4. *Индолев Л. Н.* Серебро в сульфидных месторождениях северо-востока Якутии.—Геол. и геофиз., СО АН СССР, 1966, № 7.
5. *Тимофеевский Д. А.* Овихнит из руд месторождения Усть-Теремки.—Труды ЦНИГРИ, 1967, вып. 68.
6. *Тимофеевский Д. А.* О сульфоантимонитах свинца и серебра группы овихнита из месторождений Восточного Забайкалья.—Зап. Всесоюз. минер. о-ва, ч. 96, вып. 68, 1967.
7. *Тимофеевский Д. А.* О диафорите из Восточного Забайкалья.—Минер. сб. Львовск. геол. о-ва, вып. 4, № 3, 1969.
8. *Кутина Я.* Свинцово-цинковые рудные жилы Пршибрамского рудного поля.—В кн.: Некоторые рудные месторождения Чешского массива. Прага, 1963.
9. *Ahlfeld F., Munos Reyes Y.* Mineralogie von Bolivien. Berlin, 1938.
10. *Ahlfeld F.* The silver and tin ore deposits of Colquechaka.—Neues Jahrb. Mineral., Geol., Paleontol., 1938, 74, N. 3.
11. *Akatsuka K.* On mineralogenesis appeared in the main Lodes of the Nakase Mine, Hyogo prefecture, Japan.—J. Sci. Hiroshima Univ., ser. C, 1961, p. 1.
12. *Chace F. M.* Tin-silver veins of Oruro, Bolivia. Pt. I, II.—Econ. Geol., 1948, 43, N 5—6.
13. *Krenner Y.* Andorit. ein neues ungarisches Silbererz.—Z. Kristallogr., 1894, 23.
14. *Lawrence L. J.* The mineral composition of the sulfide ores of the Drake and Rivertree mining fields, N. S. W.—Australas. Inst. Mining and Metallurg. Proc., 1962, 201.
15. *Manilici V.* Raport asupra sectorului minier Baia Sprie.—Arch. Com. Geol., Bucuresti, 1957.
16. *Manilici V.* Raport asupra sectorului minier Capnic.—Arh. Com. Geol, Bucuresti, 1959.
17. *Shannon V.* Notes on andorite-bearing silver ore from Nevada.—Natur. Mus. Proc., 1922, 60, 16, 1.
18. *Staples A. B., Warren H. V.* Minerals from the Highland—Bell Silver Mine Beaverdell, British Columbia.—Univ. Toronto Studies, Geol. ser., 1945, N 50.
19. *Williams S.* Complex silver ores from Morey, Nevada.—Canad. Mineralogist, 1968, 9.
20. *Свешникова О. Л.* Химический состав и классификация сульфоантимонитов свинца и серебра.—В кн.: Новые данные о минералах СССР, вып. 24, 1975.