

УДК 549.1+549.453

МИНЕРАЛОГИЯ

В. И. ВАСИЛЬЕВ, А. А. ОБОЛЕНСКИЙ, Ю. Г. ЛАВРЕНТЬЕВ,
Л. В. ГУЩИНА

КАЛОМЕЛЬ И ЭГЛЕСТОНИТ В РУДАХ РТУТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СИБИРИ

(Представлено академиком В. А. Кузнецовым 10 II 1975)

Находки галогенидов, сульфатов и окислов ртути в рудах ртутных и сурьмяно-ртутных месторождений СССР редки. Наибольшее число этих минералов отмечалось на месторождениях Средней Азии, характеризующейся аридным климатом, и Северо-Востока, в зоне вечной мерзлоты. На последних упоминались ⁽¹⁾ каломель, эглестонит, терлингуйт, клейнит, мозезит и др. К сожалению, в указанной работе отсутствуют сведения о составе и надежные рентгенометрические данные, что ставит под сомнение диагностику почти всех названных минералов.

В рудах ртутных месторождений Сибири были известны лишь три гипергенных соединения ртути: самородная ртуть, порошковатая киноварь и метациннабарит. Недавно в рудах Восточно-Кубадринского рудопроявления (Горный Алтай) и Келянского месторождения (Прибайкалье) были обнаружены галогениды ртути — каломель и эглестонит.

Восточно-Кубадринское рудопроявление расположено в высокогорной гольцовой части Курайского хребта в метаморфических сланцах и гранитоидах нижнепалеозойского возраста, слагающих висячий бок регионального Акташского надвига. По структуре оно представляет собой минерализованную трещинную зону и относится к кварцево-киноварному минеральному типу ртутной рудной формации. Ртутная минерализация связана в основном с кварц-карбонатными жилами выполнения небольшой мощности. Ведущими минералами жил являются кварц, кальцит и киноварь. Группа второстепенных и редких сульфидов включает антимонит, пирит, швацит, цинкениит, галенит. Среди гипергенных минералов определены порошковатая киноварь, метациннабарит (замещающий псевдоморфозы швацита по цинкенииту и образующий пленки и корочки на кристаллах кварца в жеодах), самородная ртуть, каломель, гидроокисные соединения железа и марганца.

Келянское месторождение находится в районе развития многолетней мерзлоты и приурочено к зоне Келяно-Мамаканского надвига. По этому нарушению метаморфизованные вулканогенно-осадочные отложения келянской свиты нижнепротерозойского возраста надвинуты на доломиты янгудской свиты нижнего кембрия. Основными рудо локализирующими структурами месторождения служат зоны дробления и милонитизации, сопровождающие тектонические трещины различной протяженности в доломитах. Вмещающие оруденение породы интенсивно окварцованы. Месторождение является поднадвиговым и принадлежит, скорее всего, к джаспероидному минеральному типу. По данным ⁽²⁾, рудные минералы образуют небольшие гнезда, тонкие жилки и вкрапленность. Главные минералы — киноварь и пирит, к второстепенным относится антимонит. Встречаются также халькопирит, галенит, блеклые руды, сфалерит, марказит и др. Из нерудных минералов распространены кварц и карбонаты (кальцит, доломит). Отмечались барит, флюорит, серицит, гидрослюда, а в группе гипергенных соединений — гидроокислы железа, сервантит, валентинит,

самородные сера и ртуть. К ним теперь можно добавить каломель и эггестонит.

Оба обнаруженных галогенида ртути изучены под микроскопом, получены их рентгенометрические характеристики и при помощи микрорентгеноспектрального анализа установлен полностью состав каломели Келянского месторождения и частично эггестонита. Эталоны на ртуть и хлор при исследованиях на микрозонде служили природные киноварь (HgS) и падорит (PbSbClO_2) с проверенными содержаниями компонентов. Количество ртути в каломели определено также химическим анализом.

Каломель — Hg_2Cl_2 на рудопроявлении Восточное Кубадру встречена в виде серо-белых порошковых масс, сконцентрированных в микрожеодах и пустотах выщелачивания среди кварц-карбонатных агрегатов жил. Здесь она ассоциирует с корродированной, почти разложившейся гипогенной киноварью, шариками металлической ртути, пленками железо-марганцевых гидроокислов и метациннабарита, покрывающими кристаллики кварца. Каломель скапливается также вблизи разрушающейся киновари и иногда прямо на поверхности ее зерен.

На Келянском месторождении каломель образуется в гнездах богатых киноварных руд, где ассоциирует с гидротермальными кварцем, баритом и киноварью, гипергенной порошковой киноварью, обильной металлической ртутью, эггестонитом, сурьмяными охрами, гидроксидными железами и еще не менее чем с двумя пока не определенными неизвестными ртутными минералами. Руды насыщены галогенидами ртути. Агрегаты каломели различной зернистости в массе обладают серым или коричневатосерым цветом. Нередки короткостолбчатые и таблитчатые, с большим количеством графей кристаллы размером до 1–2 мм в длину, мутные или прозрачные. На поверхности и внутри многих агрегатов и кристаллов наблюдаются включения металлической ртути зернистой величины, иногда имеющие форму негативных кристаллов каломели. Судя по взаимоотношениям каломели с киноварью (рис. 1), она является более поздним минералом, образующимся вследствие разложения сульфида ртути в зоне окисления (рис. 1, см. вкл. к стр. 172).

Свойства изученного минерала совпадают со свойствами эталонных представителей каломели, известных по литературе. Удельный вес зернистой каломели Келянского месторождения равен 7,25 г/см³. Ее состав довольно близок теоретическому (табл. 1). По данным химического анализа, содержание ртути в минерале незначительно выше формульного (85,1%). Некоторое увеличение удельного веса против теоретического значения, равно как и количества ртути, определенного химическим анализом, очевидно, объясняется примесью в пробе микроколичеств металлической ртути.

Порошкограммы каломели обоих объектов (табл. 2) хорошо согласуются с порошкограммой каломели из Терлингта (штат Техас, США) (13), но отличаются от эталона пониженными величинами d.

Эггестонит — $\text{Hg}_2\text{Cl}_2\text{O}_2$ наблюдался лишь в рудах Келянского месторождения в заметных количествах. Отдельные зерна и мелкозернистые агрегаты минерала, имеющие в свежем состоянии буровато-желтый или желтый цвет, тесно ассоциируют с каломелью и металлической ртутью. Последние часто покрывают сплошной тонкой пленкой некоторые зерна

Таблица 1
Состав каломели и эггестонита
Келянского месторождения (вес. %)

Элемент	Каломель	Эггестонит
Hg	83,91	88,44
Cl	14,52	7,14
Сумма	98,43	—

Примечание. Среднее по трем зернам каждого минерала. Микрозонд MS-46 «Самсес». Кислород не определялся.

Результаты рентгенометрических исследований каломели и эггестонита

№ линии	Каломель						Эггестонит								
	Восточный Кубадру *		Келян-ское место-рожд.*		эталон по (3)		Келянское место-рожд.*		эталон по (4) № 16-618			по (5)			
	I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å	hkl	I	d, Å	I	d, Å	hkl	I	d, Å	hkl
1	10	4,10	9	4,15	8	4,17	001	—	—	—	—	—	2	4,1	—
2	—	—	—	—	—	—	—	4	4,0	40	4,02	200	6	4,0	200
3	—	—	—	—	—	—	—	10	3,27	90	3,28	211	9	3,25	211
4	10	3,14	10	3,16	10	3,18	110	—	—	—	—	—	3	3,14	—
5	—	—	—	—	—	—	—	1/2	2,90	—	—	—	1	2,93	—
6	1/2	2,81	2	2,82	1	2,83	013	1/2	2,84	—	—	—	1	2,81	220
7	3	2,71	3	2,73	3	2,74	{112 004	—	—	—	—	—	2	2,73	—
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2,60	—
9	—	—	—	—	—	—	—	7	2,52	60	2,540	310	9	2,53	310
10	—	—	—	—	—	—	—	3	2,30	10	2,319	222	4	2,31	222
11	4	2,22	4	2,23	3	2,25	020	—	—	—	—	—	1	2,254	—
12	8	2,05	5	2,07	5	2,07	{022 114	—	—	—	—	—	4	2,068	—
13	—	—	—	—	—	—	—	1	1,993	5	2,004	400	2	2,005	400
14	9	1,952	6	1,965	6	1,969	{121 015	—	—	—	—	—	3	1,961	—
15	—	—	—	—	—	—	—	10	1,884	100	1,890	{411 330	10	1,890	{411 330
16	—	—	—	—	—	—	—	1/2	1,783	—	—	—	1	1,797	420
17	—	—	—	—	1/2	1,762	123	—	—	—	—	—	—	—	—
18	5	1,724	2	1,734	2	1,737	024	—	—	—	—	—	—	—	—
19	—	—	—	—	—	—	—	4	1,703	35	1,708	332	7	1,703	332
20	—	—	—	—	—	—	—	3	1,631	25	1,641	422	5	1,638	422
21	1	1,577	2	1,583	1	1,588	220	1/4	1,580	—	—	—	2	1,588	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1,554	—
23	—	—	—	—	—	—	—	1	1,530	—	—	—	3	1,531	—
24	—	—	—	—	—	—	—	2	1,498	—	—	—	3	1,502	—
25	6	1,473	3	1,475	3	1,482	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26	—	—	—	—	—	—	—	3	1,460	10	1,468	521	5	1,463	521
27	1	1,409	1	1,415	1	1,421	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	—	—	—	—	—	4	1,376	35	1,377	{530 433	6	1,377	{530 433
29	2	1,362	2	1,366	1	1,373	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	5	1,335	40	1,338	{600 442	7	1,340	{600 442
31	—	—	—	—	—	—	—	3	1,266	15	1,270	620	6	1,269	620
32	3	1,252	2	1,255	1	1,261	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	—	—	—	—	—	—	—	3	1,237	15	1,239	541	4	1,237	541
34	1	1,227	1	1,233	1/2	1,236	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	1	1,217	—	—	—	2	1,216	622
36	—	—	—	—	—	—	—	4	1,183	—	—	—	5	1,182	631
37	3	1,166	1	1,168	1	1,173	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38	—	—	—	—	—	—	—	1	1,152	—	—	—	3	1,151	444
39	—	—	—	—	—	—	—	1	1,116	—	—	—	1	1,115	640
40	—	—	—	—	—	—	—	6	1,092	—	—	—	8	1,091	{721 633 552
41	1	1,077	1/2	1,079	1/2	1,083	—	—	—	—	—	—	1	1,075	642
42	—	—	1/2	1,056	1/4	1,061	—	1	1,059	—	—	—	2	1,057	730
43	2	1,034	1	1,036	2	1,039	—	—	—	—	—	—	1	1,036	—
44	—	—	—	—	—	—	—	1	1,018	—	—	—	1	1,019	—
45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0,998	—
46	1/2	0,983	—	—	1/2	0,986	—	2	0,989	—	—	—	5	0,987	—
47	—	—	—	—	1/4	0,974	—	—	—	—	—	—	1	0,976	—

Таблица 2 (продолжение)

№ линии	Каломель						Эггестонит					
	Восточный Кубадру *		Келянское месторожд.*		эталон по (3)		Келянское месторожд.*		эталон по (4) № 16-618		по (5)	
	I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å	hkl	I	d, Å	I	d, Å	hkl
48	—	—	—	—	—	—	—	2	0,958	—	—	—
49	1/2	0,940	1/2	0,941	1	0,943	—	1	0,945	—	—	—
50	—	—	—	—	—	—	—	1	0,934	—	—	—
51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
52	—	—	—	—	—	—	—	1	0,909	—	—	—
53	—	—	—	—	—	—	—	1	0,888	—	—	—
54	—	—	—	—	—	—	—	1	0,877	—	—	—
55	1/2	0,866	—	—	1	0,869	—	1	0,867	—	—	—
56	—	—	—	—	—	—	—	1	0,846	—	—	—
57	—	—	—	—	—	—	—	1	0,838	—	—	—
58	—	—	—	—	1	0,826	—	1	0,827	—	—	—
59	—	—	—	—	1	0,809	—	—	—	—	—	—

* Фильтрованное Си-излучение. $D_{\text{кам}} = 57,3$ мм, $D_{\text{обр}} = 0,25$ мм.

эггестонита или располагается каплями в сферических углублениях на их поверхности. На свету минерал быстро темнеет, становится снаружи черным, но во внутренних областях зерен долго сохраняется первоначальная окраска. Свойства минерала идентичны свойствам эггестонита, приведенным в справочной литературе в качестве эталонных.

По количеству ртути и хлора (табл. 1) изученный минерал сопоставим с эггестонитами из Терлингва и Сан-Матео (⁴), анализы 4 и 9), но в то же время почти соответствует другому оксихлориду — терлингуиту из первого места находки (⁶). Однако рентгенограмма минерала Келянского месторождения (табл. 2) хорошо совпадает с рентгенограммой эггестонита из месторождения Карасу (Средняя Азия) (⁵) и заметно отличается от порошкограмм эггестонита и терлингуита из Терлингва (⁴, ⁶).

Взаимоотношения эггестонита и каломели в рудах Келянского месторождения сложны, но представляется более вероятным раннее образование эггестонита, корродируемого впоследствии каломелью (рис. 2, см. вкл. к стр. 172).

Находки галогенидов ртути в рудах некоторых ртутных месторождений Сибири, расположенных в районах с многолетней мерзлотой, свидетельствуют о своеобразии физико-химических процессов, протекающих здесь при формировании зон окисления, во многом сходных с процессами окисления ртутных руд на месторождениях зон аридного климата и заполярных областей (⁷). В ходе поверхностного замещения киновари руд и других первичных ртутных минералов несомненно участвовали и высококонцентрированные хлорсодержащие растворы, обуславливавшие ограниченную миграцию перешедшей в раствор ртути.

Институт геологии и геофизики
Сибирского отделения Академии наук СССР
Новосибирск

Поступило
3 II 1975

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ П. В. Бабкин, Ртутное оруденение Север-Востока СССР. «Наука», 1969.
² В. И. Игнатович, В. М. Кандер, В сб.: Вопросы металлогении ртути, «Наука», 1968.
³ L. G. Berry, R. M. Thompson, X-Ray Powder Data for Ore Minerals: The Peacock Atlas, Geol. Soc. Am., Mem. 85, N. Y. 1962.
⁴ ASTM, Philadelphia, 1916.
⁵ Ю. В. Финкельштейн, Докл. АН УзССР, № 12, 30 (1961).
⁶ Минералы, т. 1. Изд. АН СССР, 1960.
⁷ С. С. Смирнов, Зона окисления сульфидных месторождений, Изд. АН СССР, 1955.