

В. И. ВАСИЛЬЕВ, Ю. Г. ЛАВРЕНТЬЕВ

**ТИМАНИТ И ОНОФРИТ В РУДАХ РТУТНЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ СИБИРИ**

(Представлено академиком В. А. Кузнецовым 21 X 1974)

Тиманит HgSe и онофрит $\text{Hg}(\text{S}, \text{Se})$ — это редкие минералы изоморфного ряда метациннабарит (HgS) — тиманит (HgSe). Находки их в рудах ртутных месторождений единичны.

За рубежом тиманит впервые отмечался в районе Мэрисвейла (штат Юта, США), руднике Пакахаке (Боливия), некоторых свинцово-цинковых месторождениях и месторождениях селенидов ФРГ и др. (^{1, 2}). В СССР тиманит был известен, по-видимому, только в одном районе — в рудах отдельных ртутных месторождений Средней Азии (^{3, 4}), в которых он ассоциирует с селенсодержащей киноварью (до 1,5% Se).

Онофрит раньше наблюдался также лишь в зарубежных месторождениях: Сан-Онофре (Мексика), Ваньшань (КНР), Мэрисвейл (США) и др. (^{1, 2}). В нашей стране, очевидно впервые, онофрит был обнаружен в рудах Горхонского ртутного месторождения (⁵). Наличие в нем 7,5% селена приближает минерал к онофриту из Ваньшаня, в котором количество селена, по-видимому, считалось до сих пор самым высоким (8,4%). В последние годы тиманит и онофрит выявлены еще на двух ртутных месторождениях СССР, причем по составу эти минералы несколько отличаются от своих аналогов, рассмотренных в опубликованных работах.

Тиманит найден (⁶) в рудах уже упоминавшегося по первой находке онофрита Горхонского месторождения (Восточный Саян)*. Онофрит обнаружен при полевых исследованиях 1973 г. в рудах ртутного месторождения Терлиг-Хая (Тувинская АССР), геологическое строение которого известно по многим работам (⁷). В минерале этого месторождения количество изоморфного селена на 2—5% выше, чем в онофрите из КНР.

В кварцитах Горхонского месторождения, входящих в состав рудовмещающей пачки пород, тиманит наблюдался в виде мелкозернистых, небольших по размерам скоплений вкрапленности, отдельных вкраплений и тонких мономинеральных жилков. Мелкозернистые агрегаты минерала преимущественно обособлены от онофрита и киновари и внешне в массе напоминают сливные галенитовые руды, «свинчаки». Обычно тиманитом заполнены либо небольшие свободные пространства около кристалликов кварца в пустотках в кварците, либо интерстиции между зернами кварца породы. Кварц при этом лишь частично незначительно корродируется. Размер отдельных индивидов тиманита в агрегатах не превышает первых десятых долей миллиметра. Кристаллов минерала не найдено. Однозначно интерпретируемых взаимоотношений селенида ртути с гипогенной киноварью не установлено. По всей вероятности, тиманит кристаллизовался позже нее.

В образцах тиманит очень похож на многие минералы, в том числе на метациннабарит, халькозин, блеклую руду, сауковит. Минерал хрупкий, имеет неровный или раковистый излом и черную черту. Хорошо проводит электричество. В у.-ф. и катодных лучах не люминесцирует. В отраженном

* Исследовались образцы руд с онофритом, предоставленные в наше распоряжение В. М. Кандером.

Состав тиманита Горхонского месторождения (вес. %)

Элемент	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	Среднее
S	3,54	3,86	4,18	3,95	4,15	2,80	2,32	4,76	4,80	3,82
Se	20,33	19,90	19,14	19,85	18,91	21,94	23,10	17,86	18,00	19,89
Hg	74,47	75,17	76,02	75,45	75,74	74,70	73,38	76,64	77,70	75,47
Сумма	98,34	98,93	99,34	99,25	98,80	99,44	98,80	99,26	100,5	99,18

свете тиманит серо-белый с едва заметным коричневым оттенком, в иммерсии становится сфалеритово-серым. Полностью изотропен, внутренние рефлексы отсутствуют, спайность и двойники не наблюдались. Под микроскопом легко может быть принят за метациннабарит, сауковит, онофрит и др. Для первичной диагностики в анлифах надежно действие царской водки: на обработанной ею поверхности тиманита быстро появляется побежалость, затем минерал травится со вскипанием; в капле кислоты и на поверхности образуется желто-оранжевый осадок, цвет которого через непродолжительное время становится кирпично-красным.

Среднее арифметическое число микротвердости, определявшейся на приборе ПМТ-3 (метод вдавливания), равно 45 кг/мм^2 при вариациях от 41 до 47 (из 20 замеренных по двум диагоналям отпечатков пирамиды; нагрузка 20 г). Класс твердости 2,4⁽⁸⁾.

При помощи рентгеновского микроанализатора MS-46 изучено 9 различных зерен тиманита (табл. 1).

Исследования показывают, что минерал является не чистым селенидом ртути, а его сернистой разновидностью, содержащей от 2,32 до 4,80 вес. % серы. Для анализа № 9 с максимальным содержанием серы рассчитана формула соединения $\text{Hg}_{1,02}(\text{Se}_{0,60}\text{S}_{0,40})_{1,00}$. По-видимому, тиманит Горхонского месторождения близок по составу тиманиту рудопроявления Кульджук-1 (Средняя Азия), неполный анализ которого (97,45%) приводится Ю. В. Финкельштейном⁽⁴⁾. Рентгенограмма минерала (табл. 2) отличается немного заниженным по сравнению с эталоном значениями межплоскостных расстояний; параметр решетки ($a_0=6,00 \text{ \AA}$) почти соответствует чистому тиманиту, но также ниже. Среди отдельных скоплений тиманита встречаются индивидуы, параметр решетки которых, судя по порошкограммам, равен $5,98-5,99 \text{ \AA}$, что может свидетельствовать о наличии еще одного подобного минерала, но с приблизительно одинаковыми атомными количествами селена и серы.

Таким образом, помимо ранее отмечавшегося онофрита и изученной сернистой разновидности тиманита, в рудах Горхонского месторождения, очевидно, присутствуют еще несколько промежуточных минералов непрерывного изоморфного ряда метациннабарит — тиманит. Не исключена также вероятность находки и крайних членов этого ряда с минимальными количествами примесей селена и серы.

Онофрит из месторождения Терлиг-Хая встречен в теле так называемых монокварцитов с наложенной баритовой и сульфидной минерализацией, включающей пирит, киноварь и редко халькопирит. Вкрапленность минерала с зернами величиной до $0,1-0,2 \text{ мм}$ образует отдельные точечные скопления, приуроченные к секущим породе микротрещинкам и межзерновым пространствам среди кварца. Из рудных минералов совместно с онофритом иногда ассоциируют более ранний пирит и вторичная гипергенная киноварь, являющаяся в основном результатом переотложения первичного красного сульфида ртути. Микрозернистые тонкие пленки вторичной киновари встречаются обособленно в трещинках и иногда окру-

Результаты рентгенометрических исследований

№№ п.п.	Тиманит Горхонского месторожд. * ($a_0=6,00 \text{ \AA}$)		Онофрит Терлигхайского месторожд. ** ($a_0=5,937 \text{ \AA}$)		Онофрит по (5) ($a_0=5,902 \text{ \AA}$)		Тиманит по (5) *** ($a_0=6,084 \text{ \AA}$)		
	I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å	I	d, Å	hkl
1	100	3,48	10	3,43	10	3,41	10	3,51	111
2	20	3,01	3	2,97	4	2,95	2	3,05	002
3							2	2,81	
4	40	2,123	7	2,10	8	2,09	8	2,15	022
5							2	1,994	
6	30	1,809	6	1,788	7	1,780	8	1,834	113
7	5	1,731	1	1,714	2	1,703	0,5	1,759	222
8	10	1,500	2	1,485	2	1,472	1	1,519	004
9	10	1,376	3	1,361	3	1,355	2	1,399	133
10	2	1,342	2	1,329	1	1,321	0,5	1,359	024
11	10	1,223	3	1,212	3	1,204	2	1,241	224
12	10	1,153	3	1,143	3	1,136	1	1,173	115;333
13	5	1,058	1	1,050	2	1,044	1	1,077	044
14			1	1,006	2	0,999	2	1,028	135
15					2	0,933	0,5	0,962	026
16							0,5	0,929	335

* Дифрактометр УРС-50ИМ. Фильтрованное Cu-излучение.

** Fe-излучение, Мп-фильтр, $D_{\text{обл}}=57,3 \text{ мм}$, $D_{\text{кам}}=0,25 \text{ мм}$. Съемки выполнены Г. Д. Терлецкой.

*** Кроме приведенных, есть еще четыре слабых линии.

Таблица 3

Состав онофрита Терлигхайского месторождения (вес. %)

Элемент	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	Среднее
Hg	79,43	79,55	80,25	78,55	79,45
S	7,96	8,79	8,94	7,70	8,35
Se	12,37	10,82	10,67	13,37	11,81
Сумма	99,76	99,16	99,86	99,62	99,60

жают некоторые зерна онофрита. В изученных образцах онофрит пространственно разобщен с гипогенной киноварью.

По внешнему виду и свойствам минерал Терлигхайского месторождения мало чем отличается от тиманита и известных по литературным источникам своих аналогов. Состав четырех зерен онофрита изучен на микрозонде MS-46 (табл. 3).

Судя по результатам анализа, содержание селена в исследованном минерале изменяется в пределах 10,67–13,37 вес.% при среднем значении 11,81 вес.%. Такое высокое содержание этого элемента в природном онофрите зафиксировано в Алтае-Саянской ртутной провинции впервые. Формула минерала, с учетом колебания его состава, имеет вид $\text{Hg}_{1,0}(\text{S}_{0,7-0,6}\text{Se}_{0,3-0,4})_{1,0}$.

Рентгенограмма минерала Терлигхайского месторождения практически соответствует рентгенограмме онофрита Горхонского месторождения (см. табл. 2), но отличается закономерно увеличенными значениями d . Параметр решетки a_0 также увеличен и равен 5,937 Å.

Вопрос об источнике селена, входящего в состав некоторых минералов и участвующего в образовании сульфоселенидов и собственно селенидов

ртути в рудах ртутных месторождений, не изучен. Некоторые исследователи считают возможным вовлечение в процесс рудообразования селена, экстрагируемого гидротермальным раствором из вмещающих пород⁽¹⁰⁾. О. В. Вершковская и др.⁽¹¹⁾, например, указывают на вынос селена при гидротермальном изменении пород на месторождении Пламенное (Чукотка) и концентрации его в антимоните. При этом не исключается также вероятность участия и привнесенного растворами селена.

Анализ литературного материала позволяет высказать мнение, что тиманит и онофрит, по-видимому, могут считаться типичными гидротермальными минералами руд ртутных и сурьмяно-ртутных месторождений, локализованных в осадочных, вулканогенных и вулканогенно-осадочных породах, характеризующихся повышенной сингенетичной селеноносностью. Как правило, киноварь этих месторождений также содержит заметные количества селена. Таковы ртутные и сурьмяно-ртутные месторождения в районах развития высокоселенистых отложений Западных штатов США, Южного Китая, Средне-Азиатской ртутной провинции Тувы и Чукотки (СССР)⁽¹¹⁻¹⁷⁾. Тиманит, онофрит и киноварь с относительно высоким содержанием селена пока не зафиксированы в рудах ртутных месторождений, расположенных вне площадей развития первично-селеноносных отложений. Характерно также, что в целом концентрации селена в рудах данных месторождений незначительны. В этой связи правомерно предположить, что в образовании отмеченных минералов участвует селен, заимствуемый гидротермальными растворами из окружающих пород. Если такое предположение справедливо, то находки тиманита, онофрита и селенистой киновари в рудах ртутных месторождений на неизученных площадях могут указывать на повышенную селеноносность вмещающих или окружающих пород. Изучение селеноносности пород района Горхонского месторождения (а также других объектов), в рудах которого теперь известны тиманит, онофрит и селенсодержащая киноварь, вероятно, может дать ответ на поставленные вопросы.

Институт геологии и геофизики
Сибирского отделения Академии наук СССР
Новосибирск

Поступило
14 X 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Дж. Д. Дэна, Э. С. Дэна и др., Система минералогии, ч. 1, полутом 1, М., ИЛ, 1951. ² Минералы, т. 1, М., 1960. ³ В. И. Смирнов, Геология ртутных месторождений Средней Азии, М.—Л., Госгеолиздат, 1947. ⁴ Ю. В. Финкельштейн, Зап. Всесоюз. минер. об-ва, т. 100, в. 1 (1971). ⁵ В. И. Васильев, Ю. Г. Лаврентьев, ДАН, т. 182, № 2 (1968). ⁶ В. И. Васильев, Минералогия и некоторые вопросы генезиса ртутных месторождений Алтае-Саянской складчатой области, автореф. канд. дисс., Новосибирск, 1970. ⁷ В. А. Кузнецов, В кн.: Рудные месторождения СССР, т. 2, М., «Недра», 1974. ⁸ М. М. Хрущов, Зав. лаб., т. 15, № 2 (1949). ⁹ L. G. Berry, R. M. Thompson, X-Ray Powder Data for Ore Minerals: The Peacock Atlas. Geol. Soc. Am., Memoir 85, N. Y., 1962. ¹⁰ Г. Тишendorf, Геол. рудн. месторожд., № 4 (1968). ¹¹ О. В. Вершковская, И. И. Назаренко, Н. З. Курбанова, В сб.: Редкометалльные месторождения, их генезис и методы исследования, М., «Недра», 1972. ¹² D. Davidson, H. Powers, U. S. Geol. Surv. Bull. № 1084-C (1959). ¹³ D. Davidson, U. S. Geol. Surv. Bull., № 1112-A (1960). ¹⁴ Е. З. Бурьянова, Геохимия, № 7 (1961). ¹⁵ Чжун-Цзя Жун, Геохимия, № 12 (1962). ¹⁶ В. В. Ковальский, В. В. Ермаков, Геохимия, № 1 (1967). ¹⁷ В. Д. Сидельникова, И. В. Швей, В сб.: Очерки по геологии и геохимии рудных месторождений, «Наука», 1970.