

В. В. ДИТЛЕР, О. В. КУЗЬМИНА

О СЕЙРИГИТЕ ИЗ МОЛИБДЕНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

В шеелитах из молибденовых месторождений обычно в том или ином количестве присутствует Mo^{6+} , изоморфно замещающий W^{6+} . Для большинства образцов количество MoO_3 редко превышает 2—3 вес. % (Дана, 1954) и лишь в исключительных случаях достигает 8%. До настоящего времени известны лишь несколько находок, в которых отношение $\text{Mo} : \text{W}$ равно 1:1,5. Для таких разновидностей молибденсодержащих шеелитов Лакруа (Дана, 1954), впервые описавший шеелит с соотношением $\text{MoO}_3 : \text{WO}_3 = 1 : 2,23$ из месторождения Амбондорос (Мадагаскар), предложил новое название «сейригит». На территории СССР сейригит с соотношением $\text{MoO}_3 : \text{WO}_3 = 1 : 4,60$ описан на Успенском рудопроявлении на северо-востоке Союза (Фирсова, 1959). Шеелиты с содержанием MoO_3 до 8 вес. % известны на месторождении Тырны-Ауз (Хрущов, 1958; Кононов, 1960).

Сейригит из молибденового месторождения в Восточном Забайкалье характеризуется соотношением $\text{MoO}_3 : \text{WO}_3 = 1 : 2,75$ и наиболее близок к разновидности, выделенной Лакруа. Минерал по внешним признакам весьма сходен с обычным шеелитом. В нем ясно выражена спайность по (101) и менее четко по (112), излом неровный, раковистый. Цвет минерала серо-зеленый, цвет порошка серый, с зеленоватым оттенком. В ряду шеелит—сейригит по мере увеличения содержания MoO_3 отмечается заметное уменьшение удельного веса — от 6,1 (чистый CaWO_4) до 5,48 (MoO_3 24,1%). В нашем случае удельный вес, определенный методом гидростатического взвешивания из навески 0,5 г, оказался равным $5,870 \pm 0,004$, что несколько выше, чем можно было бы ожидать, исходя из теоретических данных.

В катодных лучах в отличие от шеелита, имеющего голубое свечение, сейригит флюорисцирует зеленовато-желтым светом, причем интенсивность желтого цвета возрастает с увеличением в образце количества молибдена. Оптически сейригит — одноосный, положительный минерал. Двупреломление — около 0,018.

Рентгеноструктурное исследование минерала (табл. 1) показало, что сейригит обладает хорошо выраженной тетрагональной симметрией. Съемка образца проведена в камере РКУ-114 на нефльтрованном Fe-излучении, $\lambda = 1,937 \text{ \AA}$. Диаметр образца 0,3 мм. Дебаеграмма проиндцирована по эталонной дебаеграмме шеелита и исправлена по снимку с эталоном кремния. Рассчитанные параметры элементарной ячейки: $a_0 = 5,24 \pm 0,01 \text{ \AA}$, $c_0 = 11,38 + 0,01 \text{ \AA}$; $a_0 : c_0 = 1 : 2,171$. Значения пара-

Межплоскостные расстояния сейригита, шеелита и повелита

Сейригит		Шеелит		Повелит		<i>hkl</i>
<i>l</i>	<i>d : n</i>	<i>l</i>	<i>d : n</i>	<i>l</i>	<i>d : n</i>	
4	4,72	70	4,77	70	4,75	101
3	3,40	—	—	—	—	—
10	3,09	100	3,11	100	3,09	103
4	2,83	50	2,85	50	2,86	004
4	2,61	60	2,63	60	2,61	200
5	2,28	60	2,30	40	2,29	211
3	2,11	—	—	—	—	—
2	2,08	40	2,09	—	—	—
1	2,03	50	2,03	—	—	—
2	1,984	—	—	20	1,99	213
9	1,921	80	1,94	80	1,93	204
4дв	1,844	60	1,857	50	1,845	220
3	1,746	20	1,791	—	—	222
8	1,683	70	1,691	60	1,690	116
4	1,628	50	1,636	20	1,629	215
9	1,584	90	1,596	80	1,586	303
6	1,546	70	1,558	50	1,551	107
3	1,437	50	1,437	10	1,434	321
2	1,420	20	1,420	—	—	008
1р	1,383	40	1,390	10	1,386	305
2	1,370	50	1,361	—	—	323
3	1,353	50	1,338	20	1,354	—
2	1,333	—	—	20	1,336	217
3	1,307	50	1,313	40	1,305	400
1р. р	1,287	—	—	—	—	—
2ш	1,258	20	1,267	—	—	411
10ш	1,246	80	1,251	70	1,250	208
5	1,204	60	1,210	50	1,204	332: 413
6	1,188	60	1,193	50	1,190	404
5	1,169	50	1,178	40	1,171	420
4	1,128	40	1,131	40	1,131	228
2	1,125	—	—	—	—	—
3	1,113	20	1,114	—	—	219
2	1,107	—	—	—	—	—
3	1,088	70	1,088	40	1,092	—
2	1,086	—	—	—	—	—
9	1,083	—	—	—	1,082	—
3	1,070	—	—	—	—	—
2	1,042	20	1,054	—	—	—
8	1,034	40	1,037	—	—	—
3	1,032	—	—	—	—	—

метров ячейки: шеелита $a_0 = 5,243 + 0,002 \text{ \AA}$, $c_0 = 11,376 + 0,003 \text{ \AA}$; $a_0 : c_0 = 2,169$ (Zalkin, Templeton, 1964), повелита $a_0 = 5,24 \text{ \AA}$, $c_0 = 11,46 \text{ \AA}$; $a_0 : c_0 = 2,187$. Дифрактограмма сейригита в области отражений 2θ от 10 до 80° совпадает с дифрактограммой шеелита. Отличия заключаются лишь в интенсивности некоторых максимумов.

Инфракрасный спектр поглощения сейригита, снятый на приборе UR-10 в области $3800-3000$ и $1800-400 \text{ см}^{-1}$, приведен на рис. 1. Сопоставление его со спектрами поглощения природных шеелита и повелита, а также искусственных вольфраматов и молибдатов показывает, что соединения этих групп характеризуются близким положением главных полос поглощения в интервалах $400-500$, 800 и 1100 см^{-1} . Вместе с тем наблюдается ряд особенностей в характере спектров для всех приводимых разновидностей. Прежде всего отмечается закономерное смещение в сторону увеличения волнового числа соответствующего максимуму

в области 800 см^{-1} . Во-вторых, у сейригита отчетливо устанавливается максимум поглощения в области около 1500 см^{-1} , который отсутствует у повелита и очень слабо проявлен в шеелите. От шеелита к повелиту уменьшается интенсивность полосы поглощения в области 1100 см^{-1} . Следует отметить, что в интервале волновых чисел $3600\text{—}3700 \text{ см}^{-1}$ отмечаются слабо проявленные максимумы поглощения, соответствующие иону гидроксила, входящего в решетку минерала.

Химический анализ сейригита приведен в табл. 2. Кроме основных компонентов, в анализе определены Fe и S, что вызвано возможным присутствием в минерале микровростков пирита и, что наиболее важно, молибденита. Однако, судя по количеству серы, присутствие молибденита в исследуемом образце исключено, а присутствуют, по-видимому, лишь микровростки пирита и породообразующих минералов (нерастворимый остаток $0,18\%$). Таким образом, весь молибден, определенный в анализе, связан, очевидно, с сейригитом. Расчет анализа показывает, что атомарное отношение $\text{Mo}:\text{W} = 1:1,71$, а структурная формула минерала имеет вид:



Избыток группы (W, Mo) против теоретического состава объясняется, по-видимому, погрешностью химического анализа, но, с другой стороны, возможно, что часть избыточного количества этой группы компенсируется ионами гидроксила, присутствие которых зафиксировано на инфракрасных спектрах поглощения.

Таблица 2

Химический анализ сейригита

Компоненты	Вес. %	Вес. % окислов, пересчитанные на 100%	Молекулярные количества
CaO	21,09	21,18	0,3776
WO ₃	57,60	57,80	0,2492
MoO ₃	20,95	21,02	0,1460
S	Сл.	—	—
Fe	Сл.	—	—
Нерастворимый остаток	0,18	—	—
Сумма	99,82	100,00	

Аналитик В. М. Севдерева.

лизированных зон, пространственное положение которых контролируется всячим боком штока, фельзитовых гранит-порфиров и крупной тектонической зоной северо-западного простирания.

Наиболее ранний и высокотемпературный процесс формирования месторождения — процесс полевошпат-кварцевого метасоматоза. На ранних стадиях процесса происходит разложение магнетита, роговой обманки, биотита и образование гематита, хлорита, актинолита, серицита и

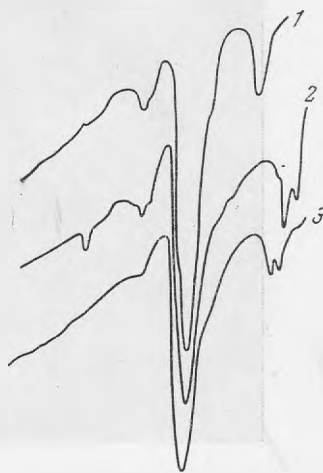


Рис. 1. Инфракрасные спектры поглощения шеелита (1), сейригита (2) и повелита (3)

Молибденовое месторождение, на котором обнаружен сейригит, генетически и пространственно ассоциирует с мезозойским комплексом гранитоидов, в составе которого можно выделить три последовательно внедрившиеся разновидности: крупнозернистые порфировидные биотит-роговообманковые граниты, мелкозернистые биотитовые граниты и субвулканические фельзитовые гранит-порфиры. Рудные тела месторождения представляют собой серию метасоматических минерализованных зон,

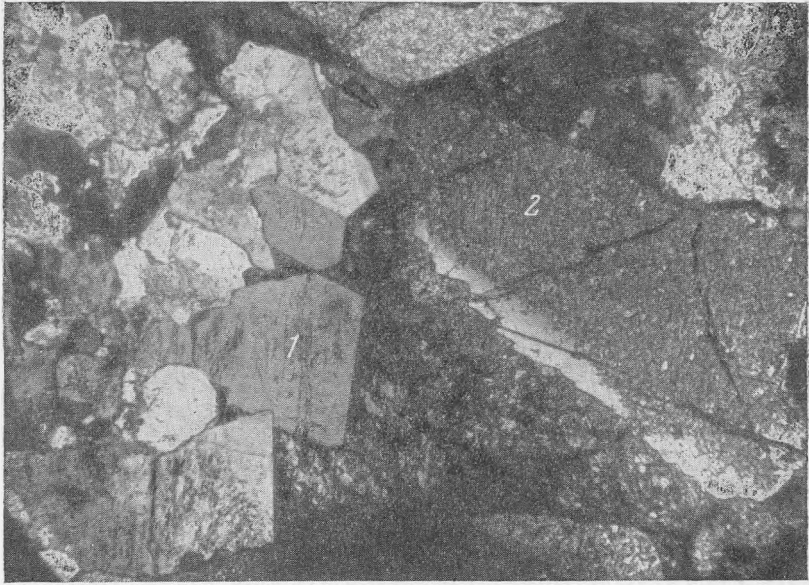


Рис. 2. Идиоморфные кристаллы ортоклаза (1) по периферии зерен сейригита (2)

Увел. 30, николи +

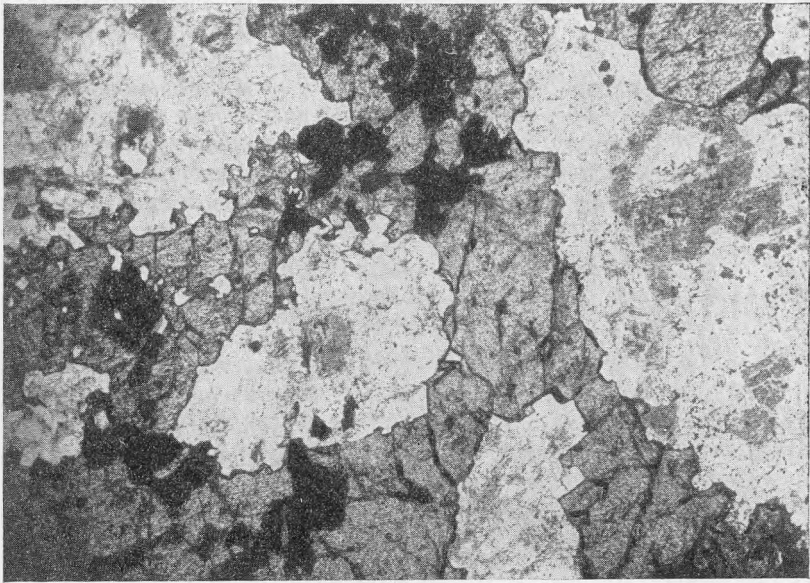


Рис. 3. Метакристаллы сейригита (темно-серые) с включениями молибденита (черное) в ортоклаз-кварцевых метасоматитах. Прозрачный шлиф.

Увел. 30, при одном николе

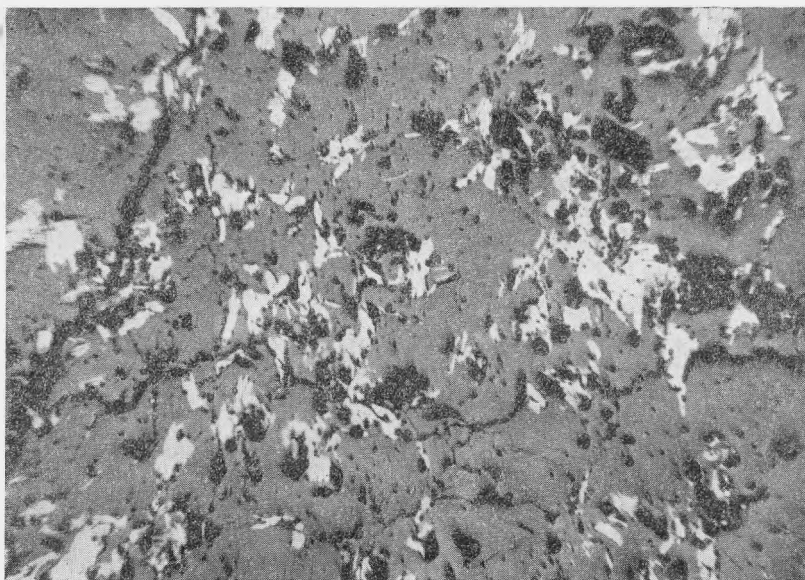


Рис. 4. Расположение включений молибденита (светлое) в сейригите (темное). Авшлиф.

Увел. 30

вторичного биотита. Вместе с этим наблюдается деанортизация плагиоклаза и образование альбита. Состав последующих зон метасоматической колонки соответствует следующим парагенезисам: кварц + калишпат + серицит и затем кварц + калишпат. Мономинеральная зона сложена калишпатом либо кварцем. С этим процессом связано отложение сейригита и основной массы молибденита.

Во времени процесс полевошпат-кварцевого метасоматоза сменяется процессом образования кварц-серицитовых метасоматитов, которые чаще всего приурочены к трещинным зонам и секут полевошпат-кварцевые породы. В этом процессе отчетливо проявлено замещение калишпата кварцем и серицитом. Генетически с ним связано отложение сульфидов Fe, Pb, Zn и блеклых руд и незначительной части молибденита. В заключительные этапы формирования месторождения происходит образование прожилков карбоната и халцедоновидного кварца.

Сейригит приурочен к маломощным зонам развития ортоклаз-кварцевых метасоматитов по мелкозернистым гранитам (рис. 2). Он образует неправильной формы метакристаллы (рис. 3), содержащие большое количество вростков молибденита (рис. 4). Скелетные формы молибденита, наличие в нем включений сейригита, а также наблюдаемая в некоторых случаях приуроченность его к трещинкам позволяют считать, что молибденит кристаллизуется позже сейригита. За пределами кристаллов сейригита, во вмещающих гранитах, молибденит, как правило, отсутствует, в отличие от других участков месторождения, где молибденит образует самостоятельные выделения среди ортоклаз-кварцевых пород. Тесное взаимное срастание этих минералов и их относительная последовательность выделения позволяют считать, что отложение сейригита произошло в условиях высоких концентраций молибдена, избыток которого отлагается в виде молибденита; отложению последнего предшествовало восстановление Mo^{6+} до Mo^{4+} . Изменение окислительно-восстановитель-

ных условий подтверждается другими реакциями замещения, сопряженными с отложением сейригита и молибденита. В этих участках наблюдается замещение ильменита, магнетита и роговой обманки гематитом, биотитом и затем сульфидами (пирит, халькопирит).

Таким образом, отложение сейригита связано со специфическими условиями формирования месторождения, в котором высокие концентрации молибдена определяют выделение вместо шеелита его молибденосодержащего аналога, причем, судя по приведенным выше константам, сейригит наиболее близок шеелиту.

ЛИТЕРАТУРА

- Дана Дж. Д. и др. Система минералогии, т. II, полутом 2. М., 1954.
- Коновов О. В. О составе и некоторых физических свойствах шеелитов Тырны-Аузского месторождения. — Вестн. МГУ, серия 4, 1960, № 2.
- Фирсова Л. В. Сейригит на Северо-Востоке СССР. — Докл. АН СССР, 1959, 126, № 1.
- Хрущов Н. А. Тырны-Ауз. — Сов. геология, 1958, № 2.
- Zalkin A., Templeton D. N. X-ray diffraction of calcium tungstate structure. — Chem. Phys., 1964, 40.