

РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЙ ЭПИДОТ ИЗ ЮГО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ

А. И. БАЖЕНОВ

(Представлено профессором А. М. Кузьминым)

Во время поисково-съёмочных работ летом 1955 г. в приконтактной части одного из интрузивных массивов Юго-Восточного Алтая был встречен темноокрашенный минерал, похожий на ортит, оказавшийся при детальном изучении эпидотом, содержащим незначительное количество редких земель. В 1956 г. был собран дополнительный материал. Работа по изучению редкоземельного эпидота была выполнена под руководством проф. А. М. Кузьмина.

Условия нахождения редкоземельного эпидота

Описываемый минерал был встречен в центральной части сложной кварцево-карбонатной жилы, имеющей меридиональное простирание и падение на восток под углом 30° и залегающей в эндоконтактной части гранодиоритового массива. Жила сложена плотным светло-серым кварцем. К наиболее мощной части ее приурочена линза, состоящая из кальцита, ильменита и редкоземельного эпидота (рис. 1).

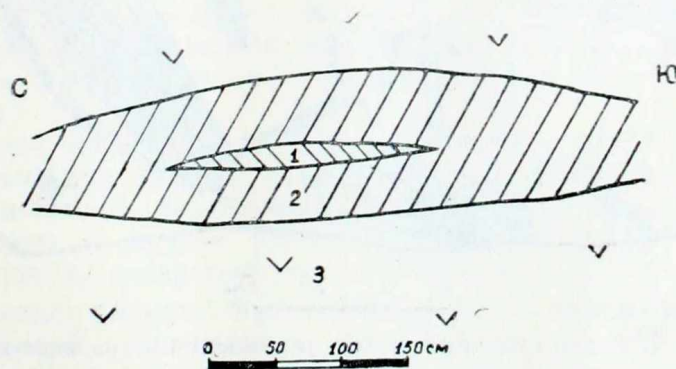


Рис. 1. Форма залегания линзы, содержащей редкоземельный эпидот. 1. Кальцитовая линза с редкоземельным эпидотом и ильменитом. 2. Кварц. 3. Гранодиорит.

Наиболее ранним жильным минералом является кварц. При микроскопическом изучении выявляется аллотриоморфнозернистая структура агрегата, состоящего из зерен кварца размером от 0,05 до 1,5 мм, обла-

дающих прихотливыми очертаниями. Иногда в крупных индивидах наблюдаются пойкилитовые вроски более мелких зерен кварца, отчетливо выделяющиеся при скрещенных николях. Минерал обладает блоковым (мозаичным) погасанием, как предлагает классифицировать его В. С. Дмитриевский (1955). Такое погасание, по мнению В. С. Дмитриевского, является обычным для жильного кварца и обусловлено субмикроскопическим перемещением отдельных участков под влиянием давления.

С более поздней стадией минералообразования связано отложение ильменита, редкоземельного эпидота и кальцита, причем и макроскопическое и микроскопическое изучение показывает замещение жильного кварца этими минералами. Наиболее ранним минералом этой стадии является ильменит, кристаллы которого достигают размера до $15 \times 15 \times 2$ мм. Из кристаллографических форм наиболее развиты грани базопинакоида — (0001), обусловившие таблитчатый облик кристаллов, и грани ромбоэдров. Цвет минерала железно-черный, черта черная. Излом неровный, раковистый. Спайность отсутствует. Магнитные свойства выражены слабо. Твердость 5. Удельный вес был определен по методу гидростатического взвешивания и равен 5,0. Химические испытания с перекисью водорода (С. А. Юшко и С. С. Боришанская, 1955) дали положительную реакцию на титан. Результаты спектрального анализа, выполненного В. К. Чистяковым на кафедре минералогии Томского государственного университета, приведены в табл. 1.

При сравнении с данными спектрального анализа ильменита из Экерзунда, Норвегия (И. и В. Ноддак, 1935), хорошо заметна разница в элементах—примесях: отсутствие в алтайском ильмените Pb и As и наличие таких элементов, как Sc, Li, Na, Co, Ni.

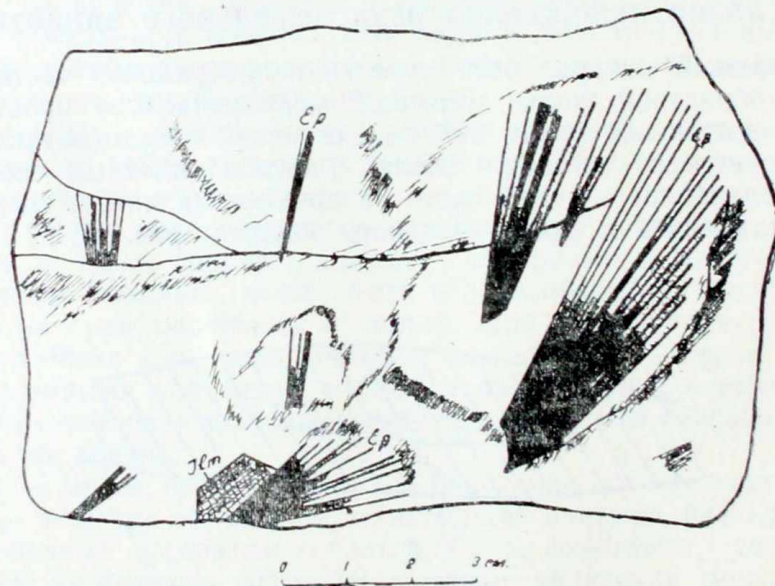


Рис. 2. Редко емельный эпидот и ильменит в кварцево-кальцитовой породе.

Ep—редкоземельный эпидот. Ilm—ильменит.

Заслуживает внимания факт появления ильменита в парагенетической ассоциации с редкоземельным эпидотом и кальцитом, так как в руководствах по минералогии А. К. Болдырева (1936) и А. Г. Бетехтина (1950) мы не находим указания на возможность образования этого минерала при гидротермальном процессе. Лишь Palache Ch. и др. (1946) замечает, что ильменит «встречается в пегматитах, особенно

среднего или основного состава и в массивном кварце». К сожалению, авторы не детализируют этого замечания и поэтому остается неясным вопрос о генезисе кварца и условиях залегания минеральных тел.

Таблица 1

Результаты спектральных анализов ильменита, кальцита и редкоземельного эпидота

Интенсивность линий	Эпидот редкоземельный	Ильменит	Ильменит из Эжерзунда	Кальцит
Сильные линии	Al, Ca, Fe, Si	Ti, Fe		Ca
Выше среднего и средние линии	Mn, Mg, Ce	Mn		Mn
Слабые линии	Co, Na, Cr, Zn			Mg
Очень слабые линии	Ti, Y, Sc, La, As			Sr, Bi, Fe, Al
Следы	K, Zr, Ni, Sr, V, B, Li, Ge, Yb	Mg, Cu, Co, V Ni, Sc, Li, Na	Ge, Pb, As, V, Mo, Cu	Cu, Co, Ti

Редкоземельный эпидот образует своеобразные радиально-лучистые агрегаты, причем иногда размеры последних довольно значительны и длина отдельных кристаллов достигает 50—60 мм (рис. 2). Положение минерала в парагенетической схеме определяется достаточно точно тем, что кристаллы его нарастают на грани ильменита, а с другой стороны — более поздний кальцит включает хорошо образованные кристаллы описываемого эпидота. Лишь по периферии линзы минерал образует радиально-лучистые агрегаты в жильном кварце, но кристаллы его в этом случае имеют иглообразную форму.

Кальцит представлен крупнокристаллической разновидью, обладающей белой окраской и приобретающей при выветривании буроватый (до бурого) оттенок. По оптическим свойствам — $n_o = 1,658$; $n_e = 1,486$ (В. Б. Татарский, 1955) он отвечает обычному кальциту. Спектральный анализ, результаты которого приведены в табл. 1, показал содержание таких элементов — примесей, как кобальт, висмут, титан и медь.

Контакты жилы с вмещающими гранодиоритами резкие. В зальбандах жилы изредка наблюдаются чешуйки биотита размером обычно не свыше 0,06 мм, аналогичного по оптическим свойствам биотиту интрузивной породы.

Интрузивный массив, с которым, по-видимому, генетически связана кварцево-карбонатная жила с редкоземельным эпидотом, сложен в основном гранодиоритом, значительно реже наблюдаются кварцевые биотитовые диориты и другие разновидности. Макроскопически гранодиорит представляет породу среднезернистого сложения серого цвета.

При микроскопическом изучении выявляется гранитовая структура породы, сложенной плагиоклазом, отвечающим по составу андезину № 32, кварцем, микроклином и биотитом. Акцессорные минералы представлены апатитом, сфеном, гематитом, пиритом, магнетитом и монацитом. Подсчет относительных количеств породообразующих минералов в нескольких шлифах дал следующие показатели: плагиоклаз — 58%, микроклин — 11,9%; кварц — 14,7%, биотит — 15,3%, акцессорные — 0,1%.

Околожильное изменение гранодиорита проявилось в березитизации, вследствие чего порода превращена в кварцево-серицитовый агрегат, импрегнированный пиритом. Реликтовая гранитовая структура породы

улавливается без труда. Для кварца характерен заметный катаклиз, причём трещинки залечены серицитом.

Чешуйки серицита обладают размером не более 0,008 мм. Минерал двуосный, оптически отрицательный и обладает незначительным углом оптических осей. $N_g - N_p = 0,028$.

Мощность зоны березитизации около 2,5 м, интенсивность процесса постепенно затухает по мере удаления от жилы.

Гидроокислы железа, в значительном количестве появляющиеся при разложении пирита, придают зоне березитизированной породы ржаво-бурый оттенок.

Кристаллографическое изучение

Для исследования кристаллографических особенностей минерала автором из обширного материала были отобраны наиболее хорошо образованные кристаллы. Как показал просмотр кристаллов, большинство их или деформировано или же грани, входящие в зону, параллельную оси [010], несут грубую продольную штриховку, что весьма затрудняет, а порой делает невозможными гониометрические измерения.

В случае, если сигналы от граней были неясными, практиковалась наклейка на такие грани обломков покровных стекол.

Для измерения отбирались кристаллы размером от 0,5—0,8 до 1,0 мм в поперечнике и длиной 3—4 мм.

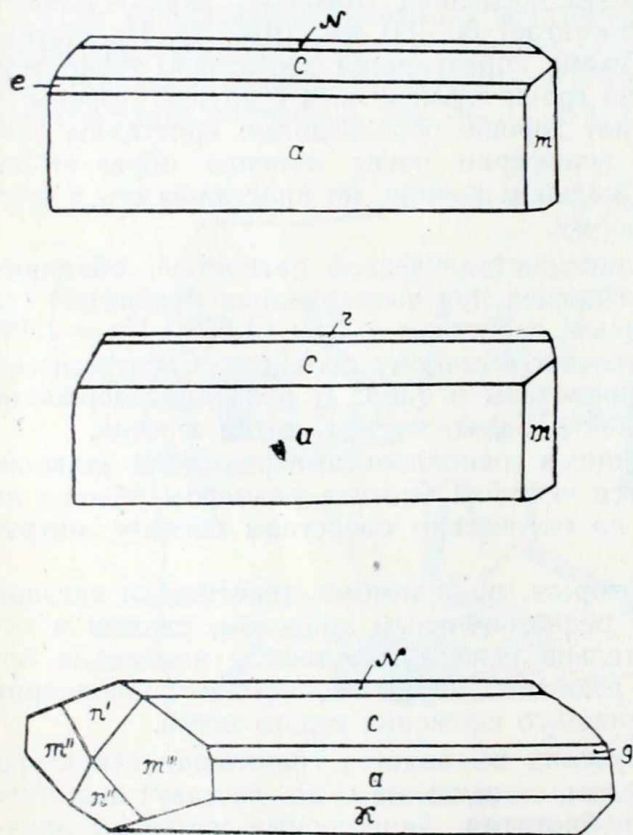


Рис. 3. Кристаллы редкоземельного эпидота.

таких случаях сигналы множественны.

Грань $c - (001)$, как правило, узкая, ровная и лишена штриховки. Грань развита на всех кристаллах и определяет облик кристалла. Сигналы от нее всегда единичные, достаточно четкие и яркие.

В результате гониометрического изучения на кристаллах установлено 9 форм, обозначения которых приняты по I. D. Dana (1900): $a - (100)$; $c - (001)$; $e - (101)$; $N - (304)$; $g - (101)$; $g - (301)$; $k - (302)$; $m - 110$; и $n - (\bar{1}11)$.

Кристаллы редкоземельного эпидота вытянуты вдоль оси [010]. Наиболее развиты грани $a - (100)$, обуславливающие уплощенный облик кристаллов (рис. 3), в то время, как другие грани имеют подчиненное значение.

Грань $a - (100)$ всегда несет продольную грубую комбинационную штриховку, что вызывает появление строенных сигналов, но каждый из сигналов достаточно четкий и яркий. Иногда они выражены неясно, размыты и в

Грань N — (304) развита на большинстве кристаллов и, наряду с гранями с — (001), является обликующей. По морфологическим особенностям она аналогична грани с — (001), но иногда слабо продольно исштрихована, и тогда отмечается множественность сигналов, обычно тусклых и расплывчатых.

В зоне параллельной [001] всегда присутствуют грани m — (110), в большинстве случаев и образующие головку кристалла, и лишь иногда они осложнены n — (111).

Грани m и n морфологически одинаковы и во всех случаях ровные, лишены штриховки, но сигналы от них обычно тускловатые, хотя и достаточно четкие.

Грани e — (101), r — (101), g — (301), k — (302) развиты не на всех кристаллах и наблюдаются в виде узких полосок, притупляющих углы обликующих форм, как правило, отличающихся прекрасными сигналами, и лишь грани k — (302) дают очень слабые размытые сигналы, а от граней g — (301) обычно наблюдается луч, обусловленный множественностью сигналов.

Результаты гониометрического изучения кристаллов редкоземельного эпидота приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование граней	Колебания значений углов	Среднее значение	Данные для эпидота	Данные для ортита	Колич. измер.
100:001	64°30'00''—64°48'00''	64°40'	64°36'50''	64°59'	12
100:101	29°50'	29°50'	29°54'	30°06'	1
001:304	50°40'—50°55'	50°46'	50°45'	—	4
001:101	63°03'30''—64°01'	63°33'	63°42'	63°24'	6
001:301	51°46'—51°47'	51°45'30''	51°26'	—	4
001:302	80°17'	80°17'	80°16'30''	—	1
100:110	54°17'—54°58'	54°51'	54°59'54''	54°34'	16
110:110	70°01'—70°30'	70°25'	70°04'	70°52'	6
111:111	70°37'	70°37'	70°29'	71°36'	2

Геометрические константы, вычисленные на основании полученных данных, имеют следующие значения: $\beta = 64^\circ 40'$; отношение осей $a : b : c = 1,5864 : 1 : 1,7996$. Геометрические константы для эпидота и ортита, по данным различных исследователей, колеблются в следующих пределах:

	э п и д о т	о р т и т
I. D. Dana (1900)	$a : v : c = 1,5787 : 1 : 1,8036$ (по Н. И. Кокшарову)	$a : v : c = 1,509 : 1 : 1,7690$
C. Hintze (1898)	$a : v : c = 1,5807 : 1 : 1,8057$	$a : v : c = 1,5507 : 1 : 1,7684$
Л. Л. Солодовникова (1926)	$a : v : c = 1,5817 : 1 : 1,80796$	—
А. Н. Винчелл (1953)	$a : v : c = 1,591 : 1 : 1,812$	$a : v : c = 1,551 : 1 : 1,768$

Следовательно, по геометрическим константам минерал более близок к эпидоту.

Как видно из приведенных результатов, кристаллы описываемого минерала значительно ближе отвечают по своим формам эпидоту, с которым его сближает и то обстоятельство, что все кристаллические фор-

мы их полностью совпадают, тогда как для ортита некоторые формы не известны — N — (304), g — (301).

С другой стороны, нельзя не обратить внимания и на ту особенность, что полученные значения углов почти во всех случаях отвечают промежуточным между эпидотом и ортитом, как это хорошо видно из табл. 2.

Интересно отметить, что у более раннего эпидота, пользующегося широким распространением в скарновых образованиях приконтактовой части плутона и не содержащего в своем составе церия (в количествах, определяемых спектральным анализом, а в случае церия — менее 1%), кристаллы несут те же формы; гониометрические измерения показали, что на них развиты следующие грани: a — (100); c — (001); N — (304) и m — (110).

Физические свойства и химический состав редкоземельного эпидота

Кристаллы описываемого эпидота обладают черной окраской. Спайность минерала совершенная по (001) и значительно менее совершенная по (100). Блеск в изломе стеклянный, но очень близок смоляному. Излом неровный, раковистый. Весьма характерна для него высокая хрупкость, вследствие чего определение твердости минерала связано с известными трудностями. Измерение последней в пределах точности шкалы Мооса дает значение в пределах 5,5 — 6,0. Повышенная хрупкость эпидота (и ортита) отмечается в частности в известном руководстве Dana (1900).

Удельный вес минерала определялся по методу гидростатического взвешивания и пикнометрически, причем для этой цели использовались довольно крупные образцы минерала, что, по данным Э. М. Бонштедт-Куплетской (1953), дает минимальные расхождения. Полученные значения удельного веса эпидота 3,85. Эта величина является для обычного эпидота довольно высокой: для этого минерала он не превышает 3,5. У ортита удельный вес 4,1 и лишь у измененных разностей он падает до 2,7.

Определение радиоактивности, проведенное для всех образцов, дало отрицательные результаты. Как известно, А. Г. Бетехтин (1950) и А. К. Болдырев (1936) отмечают радиоактивность ортита, обусловленную присутствием тория.

При нагревании в пламени паяльной трубки минерал вспучивается и сплавляется в темно-бурое стекло.

Химический состав эпидота был определен дважды — в химической лаборатории Западно-Сибирского геологического управления и З. А. Ким на кафедре аналитической химии Томского государственного университета.

Результаты анализов и пересчет на кристаллохимическую формулу по Вл. Соболеву (1949) приводится в табл. 3.

Таким образом, минерал относится к железистой разновидности, содержащей незначительное количество редких земель, определенных при анализе в виде суммы.

Спектральные анализы минерала, проведенные в лаборатории кафедры минералогии Томского государственного университета В. К. Чистяковым и повторенные затем в спектральной лаборатории Западно-Сибирского геологического управления, дали возможность определить качественный состав редких земель и элементов — примесей. Результаты анализа приведены в табл. 1. Из таблицы следует, что преобладающим

редкоземельным элементом является церий, далее следуют в убывающем порядке иттрий, лантан, иттербий.

Из элементов — примесей представляет интерес присутствие хрома, мышьяка, кобальта и скандия.

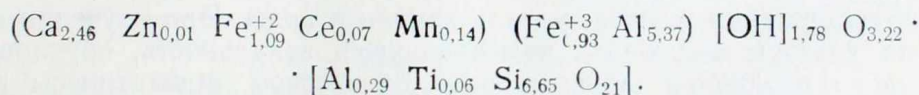
В табл. 4 приведены анализы наиболее близких по составу эпидотов и ортита.

Из таблицы следует, что для всех эпидотов характерно отсутствие в их составе редких земель. Просмотр опубликованных анализов ортита приводит к выводу, что, несмотря на резкие колебания в содержании различных элементов редких земель (особенно церия, иттрия и лантана), сумма их не снижается менее 14%. А. Н. Винчелл (1953) приводит график свойств ряда клиноцоизита — ортита, на который нанесены результаты анализов различных ортитов. Подсчет содержания церия для наиболее бедных этим элементом разновидностей дает цифру 13,2%.

Таблица 3

Состав	Весовые %	Молекулярные количества кислорода	Атомное количество кислорода	Число атомов кислорода, рассчитанное на 26	Атомное количество катионов	Число атомов катионов
SiO ₂	34,84	582	1164	11,30	582	5,65
TiO ₂	0,51	6	12	0,12	6	0,06
Al ₂ O ₃	29,71	292	876	8,45	584	5,66
Fe ₂ O ₃	7,85	49	147	1,42	98	0,93
FeO	8,12	113	113	1,09	113	1,09
CaO	14,27	254	254	2,46	254	2,46
MnO	1,08	15	15	0,14	15	0,14
ZnO	0,15	2	2	0,01	2	0,01
ΣTR	1,41	4	12	0,12	8	0,07
H ₂ O ⁻¹¹⁰	0,06	—	—	—	—	—
H ₂ O ⁺¹¹⁰	1,66	92	92	0,89	184	1,78
Сумма	99,66		2687	26,0		

Общий делитель $2687 : 26 = 103,4$. Кристаллохимическая формула:



В этом отношении большой интерес представляет анализ, выполненный Негманн'ом и приведенный Кокшаровым (1858, 1862) для багратионита, представляющего разновидность ортита. Для этого минерала известны лишь уникальные находки на Урале, причем С. Hintze (1913) также подчеркивает исключительную редкость этой разновидности. В мировой минералогической литературе и в частности I. D. Dana (1900), С. Hintze (1913) описание багратионита базируется исключительно по данным Н. И. Кокшарова.

В современной литературе об этой разновидности почти не упоминается. А. Г. Бетехтин лишь отмечает багратионит как разновидность ортита, богатую гранями. Оптическая характеристика минерала неизвестна, можно лишь полагать, что она аналогична оптической характеристике ортита.

Таблица 4

Состав	Редкоземельный эпидот	Эпидот из Питкарранты, Финляндия. Темпель	Эпидот из Rowe, Mass	Ортит из Хиттеро. Темпель, 1939	Багратионит. Кокшаров, 1861
SiO ₂	34,84	36,12	38,70	32,70	38,88
Al ₂ O ₃	29,71	22,76	24,62	18,42	20,19
TiO ₂	0,51	0,09	—	0,38	—
Fe ₂ O ₃	7,85	13,75	12,20	5,47	9,82
FeO	8,12	0,63	—	8,35	3,82
MnO	1,08	0,34	0,57	—	—
CaO	14,27	23,60	21,59	10,56	17,37
MgO	сл.	0,72	0,13	1,40	1,98
ΣTR	1,41	—	—	19,85	3,60
K ₂ O	—	0,23	0,37	0,67	—
Na ₂ O	—	—	—	0,43	—
H ₂ O ⁺¹¹⁰	1,66	1,82	2,16	1,63	1,60
H ₂ O ⁻¹¹⁰	0,06	—	—	—	—
Сумма	99,66	100,06	100,19	99,86	99,28*
Уд. вес	3,85	3,42	—	3,74	3,46

* Включая 0,49% SiO₂, 0,09% TiO₂, 0,63% CaO, входящих в состав сфена.

Минерал встречен в парагенетической ассоциации с белым диопсидом и клинохлором. Кристаллы его отличаются тем, что слегка вытянуты вдоль оси [100], а не вдоль оси [010], как это характерно для минералов группы эпидота.

Оптические свойства и рентгенометрические исследования

Оптические свойства минерала изучены в тонких ориентированных шлифах, а показатели преломления определялись в иммерсии.

Как известно, оптические свойства минералов эпидотовой группы резко изменяются. Причины этого Х. Г. Темпель (1939) видит в изменении содержания железа, редких земель и воды. При изучении шлифов иногда удается наблюдать намечающуюся зональность, обусловленную несколько различной ориентировкой оптической индикатриссы в таких зонах. Плоскость оптических осей параллельна (010). Ориентировка оптической индикатриссы аналогична таковой эпидота (рис. 4). Угол $cNp = +12^\circ$. Угол Ng со спайностью по (001) равен 36° , что соответствует данным, приведенным у Винчелла (1953) для эпидота. В продольных разрезах погасание прямое.

Для минерала характерна совершенная спайность по (001) и менее совершенная по (100). Двойникование проявляется довольно часто, причем наряду с простыми двойниками по (100) не менее часто развивается полисинтетическое двойникование по этому же направлению.

Минерал двуосный, оптически отрицательный. Угол оптических осей был измерен на Федоровском столике и равен -70° . В шлифе отмечается отчетливый плеохроизм по следующей схеме: Ng — темный желто-бурый, Nm — темный желтовато-зеленый, Np — светлый лимонно-желтый. Абсорбция $Nm > Ng > Np$.

Показатели преломления $N_g \equiv 1,778$, $N_p = 1,736$. Значение N_m вычислено по графику А. К. Болдырева (1954), $N_m = 1,749$. $N_g - N_p = 0,042$. Для минерала характерна пестрая аномальная интерференционная окраска, присущая эпидоту.

Для ортита оптические свойства приведены у А. Н. Винчелла (1953). В случае, если плоскость оптических осей параллельна (010), угол $cN_p = 30-40^\circ$. Угол оптических осей большой. Двупреломление низкое, обычно 0,010—0,020 (до 0,036).

С целью уточнения характеристики описываемого минерала в рентгенометрической лаборатории Западно-Сибирского геологического управления было выполнено рентгенометрическое исследование, результаты которого в виде межплоскостных расстояний приведены в табл. 5.

Рентгено съемка проводилась в камерах диаметром 57,3 мм, на железном излучении при напряжении около 30 кВ и силе тока 10 мА. Межплоскостные расстояния исправлены по отдельным снимкам смеси с бромистым аммонием.

В своем заключении по данным этого анализа руководитель рентгенолаборатории Западно-Сибирского геологического управления Б. Г. Эренбург пишет: «Рентгенограмма весьма сходна с имеющимися у нас рентгенограммами (и табличными данными) для эпидота, но имеется целый ряд отличий, указывающих на различия в решетках. Эти различия проявляются, прежде всего, в значениях межплоскостных расстояний и в интенсивностях некоторых линий. Межплоскостные расстояния несколько завышены».

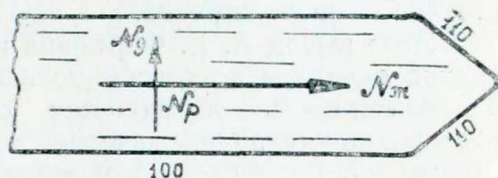
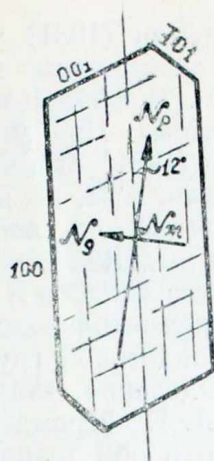


Рис. 4. Оптическая ориентировка редкоземельного эпидота.

Таблица 5

№ п/п	Интенсивность	d_x	№ п/п	Интенсивность	d_x	№ п/п	Интенсивность	d_x
1	4	3,52	14	2	2,090	26	3	1,402
2	4	3,23	15	2	2,05	27	4	1,303
3	1	2,98	16	3	1,896	28	2	1,271
4	10	2,92	17	3	1,880	29	2	1,244
5	2	2,80	18	1	1,804	30	2	1,191
6	10	2,70	19	1	1,754	31	1	1,134
7	3	2,61	20	1	1,696	32	1	1,130
8	3	2,54	21	10	1,633	33	1	1,115
9	1	2,49	22	3	1,594	34	1	1,068
10	2	2,41			(1,578)			
11	1 ш	2,31	23	4	1,549			
12	4	2,17	24	2	1,458			
13	4	2,13	25	5	1,427			

К вопросу о генезисе

Изложенный выше материал свидетельствует о гидротермальном происхождении минерала, причем, судя по парагенетической ассоциации и характеру околожильных изменений, процесс шел в условиях средних температур.

А. Е. Ферсман (1931) указывает, что ортит является очень ранним минералом и «совершенно характерно связан с двумя фазами: концом В и фазой С... В фазе Д—Е он может обрастать ортит-эпидотом, а затем и эпидотом». При минералогической характеристике пегматитов А. Е. Ферсман (1931) ограничивается замечаниями о возможности образования ортит-эпидота, но не приводит ни особенностей его химического состава, ни физических свойств этого гипотетического минерала.

Х. Г. Темпель (1939), исследуя вопрос влияния редких земель на некоторые свойства эпидота и ортита, приходит к выводу о том, что «в конце пегматитопневматолитовой фазы редкие земли не могут уже перейти в минералы эпидотовой группы... Вместо ортита выступает, как гидротермальное выделение, эпидот, не содержащий церия». Следовательно, по мнению и А. Е. Ферсмана и Х. Г. Темпеля, эпидот является типично гидротермальным образованием, но А. Е. Ферсман считает, что при более высоких температурах возможно появление минерала смешанного состава — ортит-эпидота.

Этот вывод А. Е. Ферсмана и Х. Г. Темпеля об условиях появления ортита оказался не совсем точным, и А. Г. Бетехтин (1950) указывает на возможность образования ортита в контактово-метасоматических месторождениях. Описываемый алтайский цериевый эпидот, отвечая по своему составу и свойствам ортит-эпидоту А. Е. Ферсмана, еще более раздвигает границы геохимической миграции редкоземельных элементов, включая и область гидротермального минералообразования.

Заключение

В минералогической литературе эпидот и ортит рассматриваются как два минеральные вида, достаточно полно различающиеся по своим физико-оптическим свойствам и химическому составу. Отличительной особенностью состава ортита является значительное содержание редких земель (особенно церия), определяющее и физико-оптические особенности последнего. Во всех известных анализах минерала содержание суммы редких земель не падает ниже 14%; исключение представляет уникальный анализ багратионита, содержащего 3,60% редких земель. Поэтому Х. Г. Темпель (1939), изучая минералы группы эпидота, во всех случаях оперирует с обогащенными редкими землями разностями, вследствие чего ему не удалось сопоставить свойства эпидота и ортита.

Описанный в статье минерал относится к такой разности эпидота, в которой содержание редких земель невелико. Особенностью физико-оптических свойств его является то, что они дают промежуточные значения между собственно эпидотом и ортитом, приближаясь по оптическим и структурным показателям к первому. На этом основании минерал нельзя отнести к багратиониту, с которым его сближает химический состав, но оптические и кристаллографические особенности их различны. К сожалению, в литературе отсутствуют данные о рентгенометрическом изучении багратионита, но поскольку он относится к ортиту, постольку следует полагать, что и структурные особенности его должны быть аналогичны или, по крайней мере, близки последнему.

Таким образом, алтайский редкоземельный эпидот должен занимать в ряду эпидот—ортит положение, более близкое к эпидоту, нежели все известные разновидности ортита.

Изучение этой разновидности эпидота подтверждает вывод Х. Г. Темпеля (1939) о большом влиянии редких земель на свойства минералов этой группы, так как незначительное содержание церия вызывает заметное увеличение удельного веса минерала и изменение параметров кристаллической решетки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бетехтин А. Г. — Минералогия. Госгеолиздат, 1950.
2. Болдырев А. К. — Курс минералогии. ОНТИ, 1936.
3. Болдырев А. К. — Диаграммы величины двупреломления и угла оптических осей. В сб. «Универсальный столик Е. С. Федорова». Изд. АН СССР, 1953.
4. Винчелл А. Н. и Винчелл Г. — Оптическая минералогия. Изд. иностр. литературы, 1953.
5. Дмитриевский В. С. — О волнистом погасании кварца в горных породах и петрогенетическом значении этого явления. Тр. геол. фак. Воронежского гос. университета, т. 39, 1955.
6. Ноддак В. и Ноддак И. — Геохимия рения. В сб. «Основные идеи геохимии», вып. 3, 1935.
7. Соболев Вл. — Введение в минералогия силикатов. Изд. Львовского гос. университета, 1949.
8. Солодовникова Л. Л. — Эпидоты из контактовых месторождений восточных отрогов Кузнецкого Алатау в пределах Минусинского уезда Енисейской губернии. Тр. геол. и минер. музея АН СССР, т. 5, выпуск 8, 1926.
9. Темпель Х. Г. — Влияние редких земель и некоторых других компонентов на физико-оптические свойства минералов эпидотовой группы. Центр. геол. библиотека, вып. 132, 1939.
10. Татарский В. Б. — Микроскопическое определение карбонатов групп кальцита и арагонита. Гостоптехиздат, 1955.
11. Ферсман А. Е. — Пегматиты. Изд. АН СССР, т. 1, 1931.
12. Юшко С. А. и Боришанская С. С. — Таблица диагностических признаков минералов в шлихах. Госгеолтехиздат, 1954.
13. Dana E. D. — The System of Mineralogy of I. D. Dana. 1900.
14. Hintze C. — Handbuch der Mineralogie. 1897—1913.
15. Kokscharow N. — Materialien zur Mineralogie Russlands. B. 3 — 1858, B. 4 — 1862.
16. Palache Ch., Berman H. and Frondell C. — Dana's System of Mineralogy, v. 1, 1946.

ИСПРАВЛЕНИЯ И ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
4	25 сверху	<i>Leptimnadia</i>	<i>Leptolimnadia</i>
6	8 снизу	„сахаровидные“	„сахаровидные“,
"	6 "	минерала	минералов
"	2 "	серые	серые,
7	13 "	Коллоидальные	Аутигенные
12	28 "	„чертинской свиты“	„чергинской свиты“
17	10 "	камбрийскими	кембрийскими
18	27 сверху	мерглей	мергелей
"	29 "	<i>Hlaenidae</i>	<i>Ulaenidae</i>
21	19 "	кембрию	докембрию
23	16 снизу	1957	1958
26	26 "	поддерживается	подтверждается
28	4 "	<i>Slatkovska</i>	<i>slatkovska</i>
29	5 "	1957	1958
33	14 "	<i>Bulalasis</i>	<i>Bulaiaspis</i>
39	20 "	выше описанных	вышеописанных
41	23 сверху	бласто-псаммитовой	бластопсаммитовой
48	14 снизу	дайки Рудное	дайки. Рудное
56	20 "	минералогии	минерагении
66	Рис. 10	серпцита	серицита
67	6 снизу	теллурида, золота	теллурида золота
76	27 "	радроблены	раздроблены
77	23 "	эпидото-кварцево-полевошпа- товые	эпидото-кварцево-полево- шпатовые
83	14 сверху	плагигранитной	плагиигранитной
"	7 снизу	Елисеева Н. А.	Елисеев Н. А.
88	2 "	неравномерно зернистая	неравномернозернистая
110	25 сверху	природы	породы
112	7 снизу	А. К. Яхонтова	Л. К. Яхонтова
116	8 "	Ro	RO
122	26 "	$N-(\bar{3}04); r-(\bar{1}0\bar{1});$	$N-(\bar{3}04); r-(\bar{1}0\bar{1});$
"	24 "	$m-(110)$	$m-(110)$
123	1 сверху	(304)	$(\bar{3}04)$
"	15 "	(302)	$(\bar{3}02)$
129	8 "	Болдырев А. К.	Коллектив авторов, под ред. А. К. Болдырева
133	Таблица 1	Содержание	Содержание $Ca Mg Si_2 O_6$
160	26 снизу	поверхностных водоемов	поверхностные водоемы
170	12 снизу	(i_2)	(i_2)
201	1 сверху	Этой	этой
226	9 "	1 пог. м	1 пог. см

В статье С. А. Строителява „Исследование кристаллизации эпсомита и мирабилита“ по техническим причинам фигурные скобки заменены на квадратные, например: $[100]$ вместо $\{100\}$ и т. д.