

А. Г. НАТАРОВ, О. Л. СВЕШНИКОВА, В. А. ГАЛЮК

ПЕРВАЯ НАХОДКА АНДОРИТА В СССР

(Представлено академиком В. И. Смирновым 24 VI 1971)

В кварцево-сульфидной жиле одного из месторождений Тетюхинского рудного поля (Дальний Восток) обнаружен редко встречающийся сульфоантимонид свинца и серебра — андерит ($\text{AgPbSb}_3\text{S}_6$). Находки этого минерала известны в Румынии — Бая Сприс (¹) и Бая Маре (²), Боливии — Оруро (³), Канаде — Кэй Групп, Оминеке (⁴) и США — район Морп (⁵). На территории Советского Союза андерит установлен впервые.

Кварцево-сульфидные жилы с описываемым андеритом локализуются в пределах гидротермально измененных палеогеновых гранит-порфиров, имеющих штокверкообразную форму залегания и прорывающих интрузивное тело габбро-диоритов. Изменения гранит-порфиров носят метасоматический характер и выражаются в образовании кварц-серпичитовых пород с реликтовой порфировой структурой. Жилы имеют крутопадающее залегание и четкие контакты с вмещающей породой. Мощность жил варьирует от 0,15 до 0,3 м; видимая длина достигает 50 м.

Преобладающим минералом в составе жил является мелкозернистый кварц. Сульфиды, среди которых, кроме андорита, установлены антимонит, пирит, арсенопирит, сфалерит, галенит, тетраэдрит и буланжерит, образуют в кварце мелкую неравномерную вкрапленность. Андерит, тяготеющий к периферическим частям жил, представлен призматическими и ланцетовидными зернами, размер которых достигает 4×12 мм. Кроме того, в мелких пустотах, выполненных кварцем, встречаются короткопризматические кристаллики андорита, длиной до 1 мм. В большинстве случаев андерит в той или иной степени замещен более поздними минералами серебра — овихинтом, пираргиритом и акантитом.

Физические свойства изучаемого андорита следующие. Цвет минерала стальнo-серый. Черта темно-серая, почти черная, блестящая. Блеск металлический, сильный. Излом раковистый. Спайность отсутствует.

Исследования Доннэй (⁶), занимавшихся рентгеноструктурным изучением андорита, показали, что большинство природных кристаллов андорита представляет собой сложное прорастание двух очень близких минералов, различающихся лишь величиной параметра по оси c и названных исследователями андоритом IV и андоритом VI (для андорита IV $a_0 = 13,03$; $b_0 = 19,15$; $c_0 = 17,16$ Å ($4,29 \times 4$), для андорита VI $a_0 = 13,03$; $b_0 = 19,15$; $c_0 = 25,74$ Å ($4,29 \times 6$)).

В природе андорит IV и андорит VI обычно встречаются вместе, образуя сложные поликристаллы, но иногда могут быть обнаружены и раздельно. Так, согласно рентгеновским данным Доннэй, андоритом VI оказался один из 24 исследованных ими кристаллов из месторождения Оруро. К сожалению, во всех остальных отношениях эта находка андорита VI осталась неизученной. Все имеющиеся в литературе сведения об андорите относятся к поликристаллам минерала (андорит IV + андорит VI). Поэтому крайне необходимым оказалось полнейшее изучение чистых разностей андорита IV и андорита VI для правильного освещения свойств этих минералов и решения основной проблемы — проблемы их химического состава.

В этой связи новая находка андорита представляет особый интерес прежде всего потому, что представлена исключительно андоритом VI.

Т а б л и ц а 1

Величины межплоскостных расстояний андорита

Дальний Восток *		Британская Колумбия (?)		Дальний Восток *		Британская Колумбия (?)	
I	d/n, Å	I	d/n, Å	I	d/n, Å	I	d/n, Å
2	3,87	0,5	3,83	4	1,791	3	1,784
3	3,73	3	3,74	1	1,723	—	—
7	3,43	4	3,45	2	1,692	0,5	1,684
10	3,31	10	3,30	1	1,601	—	—
2	3,25	—	—	1	1,598	—	—
2	3,20	—	—	1	1,553	—	—
1	3,10	—	—	0,5	1,494	—	—
4	3,00	2	3,01	1	1,446	0,5	1,445
10	2,89	8	2,90	1	1,428	—	—
8	2,75	4	2,76	1	1,411	1	1,415
3	2,27	2	2,27	—	—	1	1,386
0,5	2,20	0,5	2,21	1	1,354	—	—
3	2,13	2	2,15	1	1,330	0,5	1,225
3	2,09	2	2,09				
5	2,07	3	2,06				
4	2,01	1	2,02				
3	1,973	1	1,977				
2	1,923	1	1,914				
4	1,895	3	1,888				
1	1,824	0,5	1,821				

* Условия съемки: УРС-50 мм со сцинтилляционным счетчиком, 35 кв, 12 ма; λ Си-излучение

Об этом свидетельствуют данные рентгеноструктурного анализа. Параметры элементарной ячейки минерала, определенные методом качания в камере РКОП (λ_{Cu}), равны: $a_0 = 12,9 \pm 0,1$; $b_0 = 19,1 \pm 0,1$; $c_0 = 26,4 \pm 0,1$ Å. Хотя абсолютное значение параметра c , полученное нами, несколько отличается от установленного Доннэй, с уверенностью можно говорить о том, что эта величина составляет 6 псевдопериодов ячейки по оси c . Порошковая андорита VI идентична эталонной порошковой андорита (см. табл. 1).

Состав минерала определен при помощи рентгеноспектрального метода на микрозонде «Самеса» в лаборатории физического факультета

Т а б л и ц а 2
Химический состав андорита (среднее из двух анализов)

Элемент	Вес. %	Ат. колич.	Ат. отнош.
Ag	12,5	0,1159	1
Cu	0,5	0,0078	
Pb	19,5	0,0941	0,86
Fe	0,7	0,0125	
Sb	43,5	0,3573	2,90
As	0,1	0,0013	
S	23,1	0,7207	5,83
Сумма	99,9		

Формула $\text{Ag}_{1,0}\text{Pb}_{0,9}\text{Sb}_{2,9}\text{S}_{5,8}$.

Изучение оптических свойств андорита VI было выполнено А. Д. Ракчевым по методу Друде (8) на установке специальной конструкции. Для всей видимой области

* Определение удельного веса выполнено В. С. Аmeliной в Институте геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР.

спектра изучена дисперсия показателей преломления n и поглощения κ , а также отражательной способности R . Оптические константы андорита измерялись на срезах, параллельных и перпендикулярных оси с кристаллов. Последние при измерениях ориентировали так, чтобы одно из их главных сечений совпадало с плоскостью падения светового луча. Ориентировка кристаллов контролировалась специальной оптической проверкой по сохранению темноты погасания образца при разных углах падения светового луча. Измерения выполнялись в монохроматическом свете, источником которого служил монохроматор ЗМР-2. Отражательная способность вычислялась по известной формуле Бера.

Результаты измерения оптических констант андорита VI приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Дисперсия оптических констант андорита VI

λ , м μ	$n \parallel c$	$n \perp c$	$\kappa \parallel c$	$\kappa \perp c$	$R \parallel c$	$R \perp c$
450	3,60	3,67	0,55	0,42	42,5	39,3
472	3,98	3,73	0,51	0,38	45,0	38,9
496	4,20	3,87	0,46	0,31	45,5	38,3
527	4,44	3,94	0,34	0,26	44,3	38,1
546	4,47	3,94	0,32	0,23	44,0	37,5
579	4,26	3,92	0,28	0,20	41,0	36,8
608	4,20	3,87	0,25	0,19	40,3	36,1
640	4,17	3,81	0,18	0,17	38,8	35,4
670	4,12	3,78	0,16	0,16	38,2	35,0
681	3,97	3,76	0,14	0,13	36,5	34,4

Сравнение оптических констант исследуемого андорита с константами, полученными ранее для поликристаллов андорита (андорит IV + андорит VI) ⁽⁹⁾, показало сходство характера дисперсии всех оптических констант минералов. Изученный нами андорит обладает нормальной дисперсией поглощения в каждом направлении. Об этом свидетельствует возрастание значений n в сторону коротковолновой части спектра. Кривые дисперсии светопреломления и отражательной способности характеризуются наличием максимумов, которые у андорита VI, по сравнению с поликристаллами андорита, смещены в более коротковолновую часть спектра. Абсолютные значения показателей преломления и отражательной способности андорита VI несколько выше, а показатели поглощения, наоборот, ниже соответствующих констант, полученных для поликристаллов минерала.

Микротвердость андорита изучалась на приборе ПМТ-3 при постоянной нагрузке 20 г. Время действия нагрузки 10 сек. Результаты измерения обрабатывались статистически путем построения вариационных кривых. Проведенными исследованиями выявлена анизотропия твердости андорита. На одних сечениях микротвердость равна 200 кГ/мм², на других 225 кГ/мм², что несколько выше значений, полученных нами на поликристаллах андорита ⁽⁹⁾.

Таким образом, свойства андорита VI из полиметаллического месторождения Дальнего Востока близки свойствам ранее изученных поликристаллов минерала, представляющих собой тесное срастание андорита IV и андорита VI. Это, по-видимому, объясняется не только структурным родством названных минералов, но и близостью их химического состава, а также значительным преобладанием в природных образцах андорита VI, что отмечается многочисленными морфологическими наблюдениями ^(6, 10).

Утверждая, что изученный нами андорит представлен андоритом VI, мы вместе с тем считаем, что его ни в коей мере нельзя отождествлять

с рамдоритом, как это сделали Доннэй (⁶) на основании равенства параметров этих минералов. Недавние наши исследования (¹¹) показали, что основное различие между андоритом и рамдоритом заключается в химическом составе этих минералов. Состав рамдорита, по новым данным, отвечает формуле $\text{AgPb}_2\text{Sb}_3\text{S}_7$, в то время как андорит VI — $\text{AgPbSb}_3\text{S}_6$.

В заключение авторы приносят благодарность Э. М. Бонштедт-Кунплетской, Н. Н. Смольяниновой, А. Д. Ракчесу, Г. Н. Ронами и Л. В. Петушковой за оказанную помощь и консультации при исследовании андорита VI.

Образцы андорита переданы в минералогические музеи Академии наук СССР и Московского геологоразведочного института.

Центральный научно-исследовательский
горноразведочный институт цветных,
редких и благородных металлов

Поступило
9 VI 1971

Минералогический музей им. А. Е. Ферсмана
Академии наук СССР
Москва

Московский геологоразведочный институт
им. С. Орджоникидзе

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ J. A. Krenner, Math. és. term. tud. Ért., **11**, 119 (1892). ² S. Koch, Cbl. Min., Geol. u. Pal. Abt. A, **28** (1928). ³ W. C. Brögger, Zs. Kristallogr., **21**, 193 (1893). ⁴ H. V. Warren, Univ. Toronto studies, geol. ser., № 51 (1946). ⁵ E. V. Schannou, Nat. Mus., Proc., **60**, № 16, 1 (1922). ⁶ Y. D. H. Donnay, G. Donnay, Am. Min., **39**, № 3, 161 (1954). ⁷ L. G. Berry, R. M. Thomson, X-Ray Powder Data for Ore Minerals: The Peacock Atlas. Geol. Soc. Am., Mem. 85 (1962). ⁸ P. Drude, Wied. Ann., **34** (1888). ⁹ О. Л. Свешникова, Новые данные о минералах СССР, в. 21 (1972). ¹⁰ H. Ungemach, Zs. Kristallogr., **58**, 150 (1923). ¹¹ Ю. С. Бородаев, О. Л. Свешникова, Н. Н. Мозгова, ДАН, **199**, № 5 (1971).