

Л. М. ЛУРЬЕ, Н. В. ТРОНЕВА, А. И. ЦЕПИН, Л. Н. ВЯЛЬСОВ

БЕРРИИТ ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАРЫ-ЭКАН (ПЕРВАЯ НАХОДКА В СССР)

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 7 IV 1971)

Впервые берриит — серебро-медно-свинцовый сульфовисмутид состава $Pb_3Bi_7(Ag_{1.5}Cu_{3.5})S_{16}$ — был найден на руднике Ивигтут в Гренландии Г. Паули в 1961 г., а детально описан Каруп-Мюллером в 1966 г. (6).

В рудах полиметаллического месторождения Тары-Экан (Восточный Карамазар, Средняя Азия) одним из авторов (Л. М. Лурье) был обнаружен сульфовисмутид, который на основании минераграфического, оптического, рентгено-спектрального (микронного) и рентгеновского изучения с уверенностью может быть отнесен к беррииту.

Тары-Экан принадлежит к трещинно-метасоматическим месторождениям Восточного Карамазара, залегающим в кислых эффузивах и пирокластических разностях верхнепалеозойского возраста. Рудные тела представлены сетью жилков, прожилков и вкрапленностью в березитизированных породах. Главными рудными минералами являются халькопирит, галенит, сфалерит, менее распространены гематит, пирит, блеклая руда. Среди сульфовисмутидов наиболее широко развиты айкинит, матильдит, бенжаминит и реже встречается берриит и минерал типа нейита. В возрастном отношении сульфовисмутиды являются наиболее поздними рудными минералами. Жильные минералы, находящиеся в ассоциации с рудными, представлены кварцем, карбонатами и баритом. Взаимоотношения минеральных (рудных) парагенезисов Тары-Экана описаны в специальной статье. Характерной особенностью сульфовисмутидов месторождения Тары-Экан является их тесное срастание. Исключение составляет лишь айкинит, который наряду со срастаниями образует также моноскопления до 0,5—1 см в поперечнике в рудном или жильном агрегате.

Берриит встречается в виде удлинённых пластинчатых и таблитчатых зерен и их агрегатов в срастаниях с матильдитом и реже нейитом (?) и диагностируется только под микроскопом. Внутри его зерен обнаруживается тонкотаблитчатое строение. Размер отдельных индивидов колеблется от долей миллиметра до 0,05 см по длинной оси.

В отраженном свете берриит белый. Двухотражение для отдельных зерен не улавливается, но в сростках зерен оно становится заметным. В иммерсии двухотражение несколько усиливается. Анизотропия минерала отчетливая от голубовато-серых до красновато-коричневых тонов. Оптические константы берриита исследовались на установке «ПИОР» с автоматической регистрацией измерений. В качестве опорных эталонов использовались кремний и пирит. Значения R берриита в интервале 440—740 м μ таковы:

λ , м μ	440	460	480	500	520	540	560	580
R_g	50,2	49,2	49,1	49,3	48,3	47,7	47,4	46,8
R_m (?)	49,0	48,0	47,9	47,5	46,8	46,1	45,7	45,4
R_p	46,5	45,8	45,9	45,5	44,6	44,0	43,6	43,3
λ , м μ	600	620	640	660	680	700	720	740
R_g	46,3	46,2	46,1	46,1	46,0	45,9	45,6	45,0
R_m (?)	45,0	45,0	44,9	44,9	44,8	44,7	44,4	43,6
R_p	42,8	42,7	42,7	42,5	42,5	42,3	41,9	41,4

С целью сопоставления нами приводятся также значения R для бенжаминита из Адрасмана и сульфовисмутита меди и серебра из Джиды (³), оптические свойства которых исследовались в тех же условиях. Как видно из рис. 1, кривые отражения этих трех минералов достаточно сходны по форме. Близки у них и абсолютные значения R . Поэтому при визуальных наблюдениях под микроскопом минералы эти практически не отличимы, и их диагностику следует проводить используя лишь точные данные R в возможно более широкой области спектра. Статистические измерения R на разноориентированных сечениях берриита позволили отнести его к числу двуосных, оптически отрицательных минералов ($R_g \parallel C$). Для спектра отражения берриита характерен четко выраженный максимум при

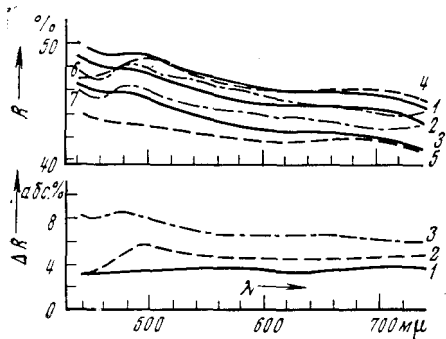


Рис. 1. Вверху — спектры отражения берриита (1 — R_g , 2 — R_m , 3 — R_p); бенжаминита из Адрасмана (4 — R_g' , 5 — R_p') и сульфовисмутита меди и серебра из Джиды (6 — R_g , 7 — R_m); внизу — кривые дисперсии $\Delta R = (R_g - R_p)$ для берриита (1), бенжаминита (2) и сульфовисмутита меди и серебра из Джиды (3; $R_m - R_p$)

490—500 мμ на фоне постепенного спада значения R в диапазоне 440—600 мμ. В области 600—700 мμ наблюдается плато, затем значения R вновь постепенно уменьшаются. Эти особенности характерны для трех показателей отражения. Двухотражение берриита при 580 мμ составляет 3,5 абс.%, или ~8 отн.%. Дисперсия двухотражения у него практически отсутствует.

Максимальные различия между оптическими свойствами вышеупомянутых трех минералов выявляются в синей части спектра. Для бенжаминита максимум при 500 мμ выражен более четко; кроме того, он не фиксируется для значения R_p .

На рис. 1 показаны кривые, характеризующие дисперсию двухотражения, т. е. величину $(R_g' - R_p')$, для разных длин волн. Из анализа кривых

видно, что, исследуя характеристические дисперсии ΔR в синей части спектра, можно установить различие между этими тремя минералами.

При диагностическом травлении действие стандартных реактивов на берриит следующее: HCl (1:1); HNO_3 (1:1); KCN (20%); FeCl_3 (20%) — отрицательное. Концентрированная HNO_3 в течение 30 сек. дает коричневый стирающийся налет.

Химический состав минерала исследован методом локального рентгено-спектрального анализа на приборе MS-46 фирмы «Самес». Режим работы электронного зонда 30 кв, 6 на, размер зонда 1—2. Угол выхода рентгеновского излучения 18° . Аналитическими линиями выбраны $\text{Ag}_{L\alpha}$, $\text{Cu}_{K\alpha}$, $\text{Bi}_{\beta\alpha}$, $\text{S}_{K\alpha}$, $\text{Pb}_{L\alpha}$. Отсутствие накладывающегося As проверено по линии $\text{As}_{K\beta}$ эталонами являлись металлы Ag, Cu, Bi и FeS_2 , Pd_3Pb_2 . Регистрация излучения производилась пропорциональными счетчиками в режиме селекции с шириной окна 60% от величины порога дискриминации.

Качественный анализ распределения характерных элементов производился съемкой в поглощенных электронах и рентгеновском излучении при сканировании зондом по площади $100 \mu^2$ или по профилю на протяжении 100—500 м. Как это видно на рис. 2 (см. вкл. к пол. 937), распределение элементов в пределах каждого минерала равномерно. Весьма интересны также кривые концентрации отдельных элементов (Ag, Pb, Cu), полученные при шаговом сканировании сростаний матильдита и берриита (рис. 3).

При проведении количественных измерений неоднородность распределения по составу проверялась измерениями не менее чем в 30—40 точках в пределах каждого зерна. Рассеяние результатов измерения, порядка

2—3%, обусловлено только небольшими дефектами поверхности шлифа. Полученные относительные интенсивности пересчитывались в концентрации на машине БЭСМ-6 по программе Шпрингера (7). При этом дополнительную погрешность при пересчете (порядка 2—5 отн.%) вносят поправки на разницу состава образца и эталона. Доверительный интервал в определении содержания основных компонентов (концентраций и атомных количеств), рассчитанный согласно Дорфелю (2) по формуле $2S_c / c\sqrt{n}$ (где S_c — среднее квадратичное отклонение от средней концентрации, c — средняя концентрация, n — число разных зерен), составляет для беррита Bi 0,4, Pb 6, (Cu, Ag) ~ ~3, S 1,2%. Как это видно из табл. 1, формула нашего минерала весьма близка к берриту из Ивигтута (6).

Рентгенометрический анализ был произведен в лаборатории минераграфии нашего института Г. В. Басовой. Материал для съемки извлекался под микроскопом из минеральных обособлений, ранее проанализированных микрозондом, размером не менее 0,05 мм (4). Съемка производилась на установке УРС-55 в камере КРД диаметром 57,3 мм на Fe-излучении без фильтра.

Следует отметить, что из-за очень малого количества вещества рентгенограмма несколько ослаблена. Результаты рентгенометрического исследования беррита: 3,514 (7); 3,323 (1); 3,021 (1); 2,916 (5); 2,805 (10); 2,206 (1); 1,970 (4), 7,753 (2).

Таблица 1

Химический состав беррита по данным рентгено-спектрального анализа

Элемент	Образец № 1					Образец № 2					Среднее для 2 образцов			
	%	погр. коэф.	привед. к 100%	ат. колич.	коэф.	%	погр. коэф.	привед. к 100%	ат. колич.	коэф.	%	привед. к 100%	ат. колич.	коэф.
Bi	51,0	1,083	49,6	0,236	6,92	50,9	1,127	49,9	0,239	6,84	5,10	49,7	0,238	6,90
Pb	20,9	1,059	20,9	0,097	2,82	19,5	1,054	19,1	0,092	2,64	20,2	19,7	0,095	2,75
Cu	7,9	1,109	7,7	0,121	3,52	6,5	1,109	6,4	0,101	2,89	7,2	7,0	0,110	3,19
Ag	5,0	2,499	4,9	0,046	1,34	6,9	2,464	6,8	0,063	1,81	6,0	5,8	0,054	1,57
S	18,1	1,105	17,6	0,550	16	18,3	1,093	17,9	0,558	16	18,2	17,7	0,552	16
	102,9					102,1					102,6			

Примечание. Обр. № 1 — полированный шлиф 990—991, $Pb_{2,82}Bi_{6,92}(Cu_{3,52}Ag_{1,34})_4S_{16,0}$; обр. № 2 — полированный шлиф № 1071, $Pb_{2,64}Bi_{6,81}(Cu_{2,89}Ag_{1,81})_4S_{16,00}$. Для среднего принято $Pb_{2,75}Bi_{6,90}(Cu_{3,19}Ag_{1,57})_4S_{16,00}$. Беррит из Ивигтута (7) — $Pb_3Bi_7(Cu_{3,5}Ag_{1,3})_5S_{16,00}$. Аналитики Н. В. Тронева и А. И. Цепин.

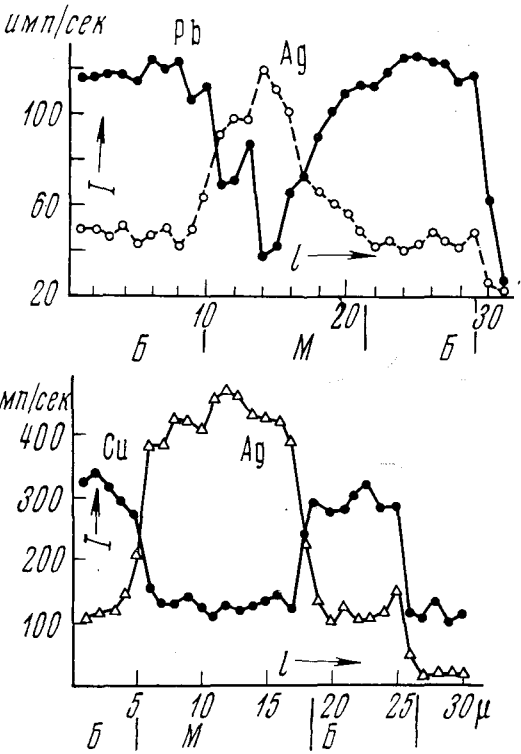


Рис. 3. Кривые концентраций элементов, полученные при шаговом сканировании сростаний беррита (Б) и матильдита (М). Вверху — серебро и свинец; внизу — серебро и медь. Расстояния между точками определения равны 1 м

В основном у берриита из Тары-Экана главные линии совпадают с таковыми берриита из Ивигтута (⁶). Отсутствуют линии 3,74 (6) и 3,49 (9).

Близость берриита с бенжаминитом (⁴) и нейитом (³) по основным линиям дебаеграмм говорит, по-видимому, об их изоструктурности.

Поступило
24 III 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Д. Генкин, Н. В. Королев, Геол. рудн. месторожд., № 5 (1961).
² К. Дорфель, Статистика в аналитической химии, М., 1969. ³ Т. Н. Шадлун, Д. О. Оятов и др., Зап. Всесоюзн. мин. общ., 98, в. 4 (1969). ⁴ L. C. Berry, R. M. Thompson, The Peacock Atlas, N. Y., 1962. ⁵ A. D. Drummond, I. Trotter et al., Canad. Mineralogist, 10, 1 (1969). ⁶ S. Karup-Müller, Canad. Mineralogist, 8, 4 (1966). ⁷ G. Springer, Forsch. Mineral., 45, H. 1 (1967).