

УДК 549.313.571.6.

БАБКИНИТ $Pb_2Bi_2(S, Se)_3$ – НОВЫЙ МИНЕРАЛ

© 1996 г. И. А. Брызгалов, Э. М. Спиридонов, И. В. Петрова, М. С. Сахарова

Представлено академиком В.А. Жариковым 24.11.94 г.

Поступило 28.11.94 г.

Минерал* установлен в рудах Невского месторождения, расположенного в 400 км к северо-западу от Магадана, в 25 км к северо-западу от пос. Омсукчан и в 35 км к юго-западу от известного Au–Ag-месторождения Дукат. Невское месторождение размещено в сланцево-конгломерато-песчанниковой толще нижнего мела, вблизи от контакта прорывающего ее интрузива аляскитовых гранитов. В составе рудных тел преобладают кварц, хлорит, пирофиллит, каолинит, широко развиты топаз и касситерит, в подчиненном количестве – вольфрамит, арсенопирит, сульфиды Cu, Pb и Zn, а также селеновая минерализация [1]. Касситерит, вольфрамит и топаз входят в состав ранних минеральных ассоциаций, каолинит, пирофиллит, значительная часть сульфидов, селениды и сульфоселениды – в состав поздних ассоциаций. В рудах месторождения зафиксировано и исследовано около 10 Se-содержащих минералов: гуанахуатит, лайтакарит, невскит, Se-висмутин, Se-козалит, виттит, вейбуллит, галеновисмутит [2–6], имеется сообщение о находке теллуроселенида висмута [3].

Новый сульфоселенид висмута и свинца обнаружен нами в ассоциации с арсенопиритом, станином, тетраэдритом, виттитом, лайтакаритом, Se-козалитом. Минерал наблюдается в виде небольших (до 1–2 мм) гнездовых скоплений в арсенопирите, состоящих из агрегата разноориентированных пластинчатых зерен размером в сотые–первые десятые доли миллиметра (рис. 1). Бабкинит серебристо-серого цвета, с металлическим блеском, низкой твердостью (~2 по шкале Мооса), совершенной спайностью по базису {001}, цвет черты серый. $VHN_{10} = 71–91$, в среднем 82 кгс/мм^2 ($n = 4$, \perp спайности) и $90–112$, в среднем 100 кгс/мм^2 ($n = 4$, \parallel спайности).

* Минерал (№ 94–030) и его название утверждены Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной Минералогической ассоциации 8 октября 1994 г.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

В отраженном свете белый с желтоватым оттенком. Внутренние рефлексы отсутствуют. Двуотражение практически отсутствует. Эффекты анизотропии наблюдаются при неполностью скрепленных николях. Бабкинит слабо плеохроирует в блеклых синевато-коричневых тонах. Дисперсия отражения в воздухе в видимой области спектра измерена на приборах МСФП-2 (эталон – металлический кремний, аналитик Л.Н. Вяльсов) и КСВУ-12 (эталон – карбид вольфрама-титана, аналитик Д.К. Щербачев); отличия между ними не выходят за пределы точности метода. Спектры отражения бабкинита даны в табл. 1. Тип дисперсии отражения бабкинита в направлениях \perp спайности и \parallel спайности однотипен и близок минералам козалитового ряда, по величине R бабкинит близок к сульфоселенидам Bi (рис. 2).

Химический состав минерала изучен с помощью микрозондов “Camebax”, аналитик Э.М. Спиридонов, и “Camscan”, аналитик Н.Н. Коротаева,

Таблица 1. Отражение бабкинита (R , %) в воздухе

λ , нм	R_1 (\parallel сп)	R_2 (\perp сп)	λ , нм	R_1 (\parallel сп)	R_2 (\perp сп)
400	53.1	51.3	580	48.0	47.0
420	51.9	50.7	589	47.9	46.8
440	51.0	49.6	600	48.0	46.5
460	49.9	48.7	620	48.1	46.5
470	49.7	48.5	640	47.8	46.1
480	49.5	48.6	650	47.9	46.2
500	49.2	48.5	660	48.1	46.5
520	48.7	47.8	680	47.8	46.2
540	48.6	47.5	700	47.8	46.7
546	48.4	47.4	720	47.8	46.8
560	48.2	47.3	740	47.8	46.8

Примечание. Микрорефлектометр КСВУ-12, эталон – карбид вольфрама-титана, аналитик Д.К. Щербачев.

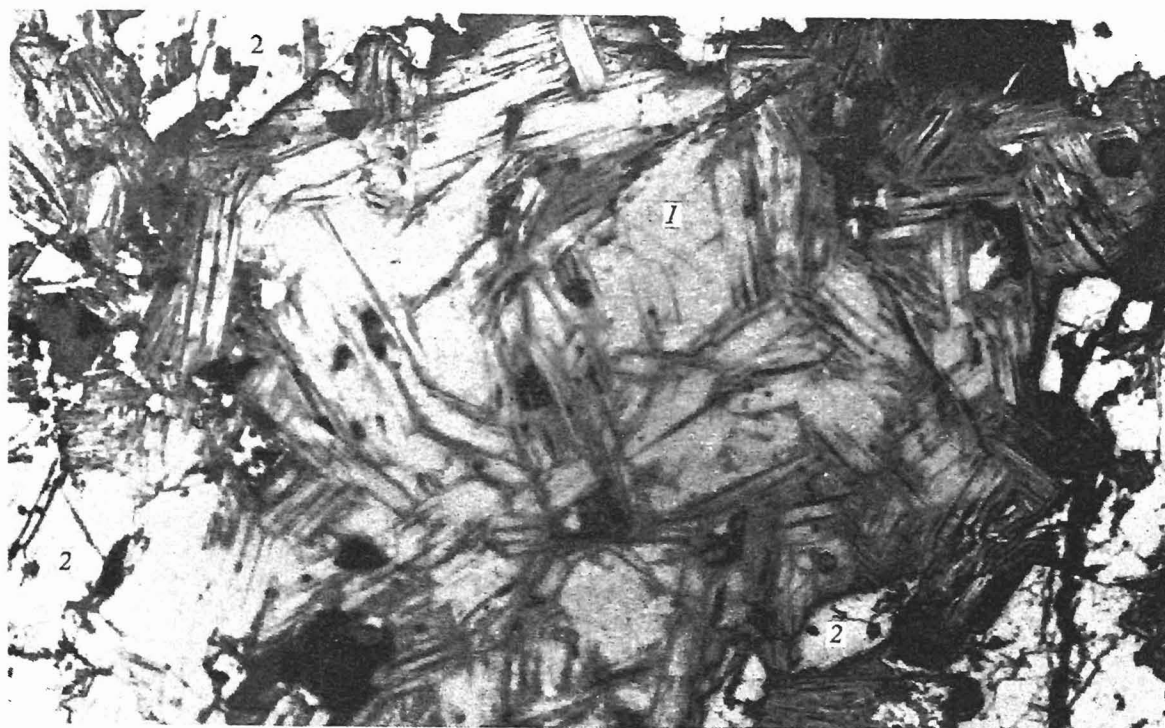


Рис. 1. Агрегат разноориентированных пластинчатых зерен бабкинита (I) среди арсенопирита (2). Без анализатора. Размер по длинной оси 1 мм.

ускоряющее напряжение 25 кВ, эталоны – химически анализированные гладит $CuPbBi_5S_9$ (Bi, S), тетрадимит Bi_2Te_2S (Bi) и гессит Ag_2Te (Ag), синтетические PbS (Pb), $CdSe$ (Se), Sb (Sb). Средний химический состав бабкинита из 23 анализов, мас. % (в скобках

пределы колебаний): Bi 42.02 (38.91–46.42); Pb 42.58 (36.10–45.97); Ag 0.13 (следы–0.42); Sb 0.08 (следы–0.21); S 5.80 (5.44–7.81); Se 10.60 (9.91–11.37); сумма 101.21; Cu, As, Fe, Te, Sn, Hg, Zn, Cd, Au не обнаружены. Состав минерала близок к $Pb_2Bi_2(S, Se)_3$.

Таблица 2. Рентгенограмма бабкинита

<i>I</i>	$d_{изм}, \text{Å}$	$d_{расч}, \text{Å}$	<i>hkl</i>	<i>I</i>	$d_{изм}, \text{Å}$	$d_{расч}, \text{Å}$	<i>hkl</i>
2	4.4	4.40	009	1	1.890	1.8919; 1.8852	119, 0.0.21
4	3.57	3.570	102	6	1.806	1.8073	1.0.19
5	3.42	3.408	104	0.5	1.769	1.7690; 1.7690	1.1.12, 205
1	3.30	3.300; 3.299	0.0.12, 105	5	1.725	1.7280; 1.7265	207, 1.1.13
1	3.19	3.181	106	0.5	1.640	1.6413	1.1.15
10	3.04	3.055	107	0.5	1.465	1.4666; 1.4635	0.0.27, 2.0.16
0.5	2.648	2.640	0.0.15	0.5	1.398	1.399	2.0.18
0.5	2.555	2.556	1.0.11	0.5	1.372	1.3719	210
0.5	2.333	2.333	1.0.13	0.5	1.360	1.3598; 1.3589	1.0.27, 214
3	2.218	2.231	1.0.14	1	1.333	1.3332	217
0.5	2.200	2.200	0.0.18	7	1.298	1.2964	1.1.24
8	2.096	2.096	110	0.5	1.282	1.2819	2.1.11
0.5	2.045	2.045	1.0.16	2	1.268	1.2668	2.1.12
0.5	1.975	1.9799	0.0.20	6	1.233	1.2344; 1.2320	2.1.14, 1.1.26
0.5	1.960	1.9604	1.0.17	1	1.2100	1.2099	300

Примечание. Жирным шрифтом выделены сильнейшие отражения. Камера 114 мм и микроdifрактометр, FeK_{α} , Mn-фильтр, внутренний эталон – Ge. $a_0 = 4.191(2) \text{ Å}$, $c_0 = 39.60(3) \text{ Å}$, $V = 602.4 \text{ Å}^3$, $Z = 3$.

Таблица 3. Сравнение констант бабкинита и сходных минералов

Минерал	Упрощенная формула	Крист. система	Простр. группа	Параметры элементарной ячейки, Å			Наиболее сильные отражения рентгенограммы	Me/X
				a_0	b_0	c_0		
Козалит	$Pb_5Bi_2S_5$	Ромб.	$Pbnt$	19.1	23.9	4.06	4.46(4), 3.95(5), 3.44(10), 3.36(5), 2.95(6), 2.82(5), 2.15(6), 2.04(5)	7/5
Канницарит	$Pb_{46}Bi_{54}S_{127}$	Монокл.	$P2_1/m$	189.8	4.09	74.06	3.82(10), 3.01(6), 2.87(5), 2.68(6), 2.25(5), 2.03(5), 1.910(4)	5/6
Виттит	$Pb_5Bi_6S_{14}$	»	$C2/m$ $Cm, C2$	32.0	4.12	36.7	3.83(5), 3.49(7), 2.86(10), 2.066(6), 3.38(10), 2.99(6), 2.895(9), 2.043(8), 2.059(9)	6/7
Бабкинит	$Pb_2Bi_2(S, Se)_3$	Тригон.	$P\bar{3}$ $P\bar{3}m$	4.191		39.60	3.42(5), 3.04(10), 2.096(8), 1.806(6), 1.725(5), 1.298(7), 1.233(6)	4/3
Побуаит	$PbBi_2Se_2S_2$	»	$R\bar{3}m(?)$	4.253		40.095	4.22(4), 3.63(5), 3.09(10), 2.25(7), 2.127(8), 1.833(5), 1.752(6), 1.352(6)	3/4
Алексит	$PbBi_2Te_2S_2$	»	$P\bar{3}m1(?)$	4.238		79.76	3.09(10), 2.25(4), 2.12(6), 1.748(3)	3/4
Икунолит	Bi_4S_3	Ромб.	$R\bar{3}m$	4.15		39.19	4.36(5), 3.01(10), 2.20(8), 1.836(7), 1.387(6)	4/3
Лайтакарит	$Bi_4(SeS)_3$	Тригон.	$R\bar{3}m1$	4.229		39.95	4.41(3), 3.07(10), 2.25(6), 2.11(4)	4/3
Жозеит-А	Bi_4TeS_2	»	$R\bar{3}m$	4.25		39.71	4.41(3), 3.10(10), 2.25(8), 1.415(4)	4/3

Примечание. Таблица составлена с использованием данных [8].

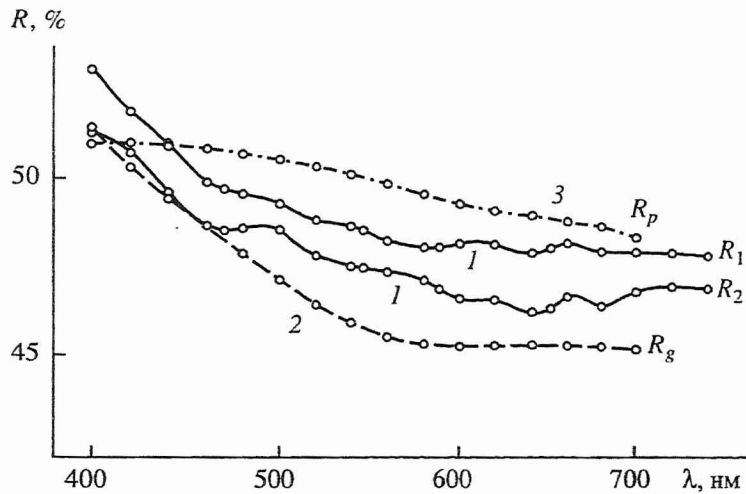
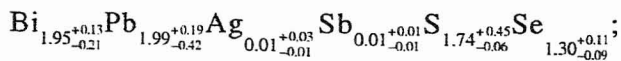
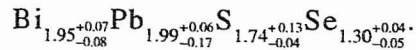


Рис. 2. Спектры отражения бабкинита (1), козалинта (2) и Se-лайтакарита (3). Спектры (2) и (3) по данным [8].

Эмпирическая формула в расчете на 7 атомов: $(Pb_{1.99}Ag_{0.01})_2(Bi_{1.95}Sb_{0.01})_{1.96}(S_{1.75}Se_{1.30})_{3.05}$. Вариации состава:



в 75% анализов вариации состава следующие:



Иногда состав бабкинита отвечает $Pb_2Bi_2S_2Se$. По содержанию Pb, Bi, S и Se бабкинит относительно близок к минералам галеновисмутит-козалинового ряда, а также поубаиту и канницариту.

Рентгенограмма порошка бабкинита, полученная в стандартной камере диаметром 114 мм и на микродифрактометре МИД, дана в табл. 2. Рентгенограмма сходна с рентгенограммами слоистых халькогенидов Bi–Pb. Индексирование рентгенограммы выполнено с использованием приемов М.М. Стасовой [7]. Характер рентгенограммы бабкинита соответствует его формуле Me_4X_3 и свидетельствует о 21-слоистой структуре минерала. Параметры решетки минерала: $a_0 = 4.191(2) \text{ \AA}$, $c_0 = 39.60(3) \text{ \AA}$, $V = 602.4 \text{ \AA}^3$, $Z = 3$; рентгеновская плотность 8.096 г/см^3 . Вероятная пространственная группа $P\bar{3}$ или $P\bar{3}m$. Сравнение рентгенометрических характеристик бабкинита и сходных с ним минералов приведено в табл. 3. Бабкинит по химическому составу и оптическим свойствам ближе к минералам галеновисмутит-козалинового ряда, в основе структуры которых ячейка типа галенита. По кристаллоструктурным особенностям

бабкинит ближе к минералам – халькогенидам Bi со слоистыми структурами тетрадимитового типа. Минерал назван в память доктора геолого-минералогических наук П.В. Бабкина (1929–1977 гг.) – известного исследователя недр Северо-Востока России, впервые изучившего минералогию руд Невского месторождения.

Эталонный образец бабкинита находится в Минералогическом музее им А.Е. Ферсмана РАН (Москва).

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 93–05–14594).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабкин П.В. // Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока СССР. Магадан, 1958. В. 13. С. 122–129.
2. Годовиков А.А., Ферьянчик Ф.А. // Геология и геофизика. 1960. № 10. С. 19–26.
3. Ефимов А.В., Ненашева С.Н., Бородаев Ю.С. и др. // Тр. Минерал. музея АН СССР. 1988. В. 35. С. 128–151.
4. Завьялов Е.Н., Бегизов В.Д., Чвилева Т.Н. // Зап. ВМО. 1983. Ч. 112. В. 2. С. 185–192.
5. Нечелюстов Г.Н., Чистякова Н.И., Завьялов Е.Н. // Там же. 1984. Ч. 113. В. 3. С. 351–355.
6. Подольский А.М., Рябева Е.Г., Юркина К.В. // ДАН. 1980. Т. 254. № 6. С. 1447–1450.
7. Стасова М.М., Карпинский О.Г. // ЖСХ. 1967. Т. 8. № 1. С. 85–88.
8. Чвилева Т.Н., Безсмертная М.С., Спиридонов Э.М. и др. Справочник-определитель рудных минералов в отраженном свете. М.: Недра, 1988. 504 с.