

НОВЫЕ МИНЕРАЛЫ

УДК 549.37 : 553.411

© Д. члены В. В. МУРЗИН, А. Ф. БУШМАКИН, С. Г. СУСТАВОВ, Д. К. ЩЕРБАЧЕВ

КЛЕРИТ $MnSb_2S_4$ – НОВЫЙ МИНЕРАЛ ИЗ ВОРОНЦОВСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (УРАЛ)¹

V. V. MURZIN, A. F. BUSHMAKIN, S. G. SUSTAVOV, D. K. SHCHERBACHOV
CLERITE $MnSb_2S_4$ – A NEW MINERAL FROM VORONTSOVSKOYE GOLD DEPOSIT
IN THE URALS

The mineral associates with realgar, alabandite, sphalerite, aktashite and routhierite. In reflected light it is lightly grey, with distinct anisotropy. Clerite has isostructural link with berthierite, being its Mn-bearing analogue. All the necessary data on chemical composition and physical properties of clerite are presented in the paper. The mineral is named in the honor to Onisim Yegorovitch Kler (1845–1920), the Honorary member of the Russian Mineralogical Society.

Клерит обнаружен в Воронцовском золоторудном месторождении (Северный Урал, Турбинское рудное поле), которое по минералого-геохимическим признакам относится к карлинскому типу (Сазонов и др., 1991). Минерал входит в состав продуктивной на золото аурипигменто-реальгаровой минеральной ассоциации в рудах, представленных мраморизованными и окварцованными известняками и минерализованными брекчиями (обломки – известняк, цемент – измененный вулканогенный материал).

Минералы аурипигменто-реальгаровой ассоциации образуют рассеянную вкрапленность в известняках или брекчиях как в цементе, так и обломках брекчий. В состав ассоциации входят мышьяковистый пирит, реальгар, аурипигмент, антимонит, киноварь, грейгит, алабандин, сфалерит, блеклые руды (теннантит, теннантит-тетраэдрит), цинкениит, халькостибит, акташит, рутьерит и самородное золото.

Клерит обнаружен в двух образцах из керна скважины, пробуренной в центральной части месторождения. Образцы представлены известняком, в одном случае сильно окварцованным, с прожилково-гнездовой вкрапленностью реальгара и других сульфидов. Обособления клерита имеют размеры 0.01–0.2 мм, форма их неправильная, изометричная (рис. 1). В большинстве случаев они находятся в виде вростков в реальгаре, часто в сростаниях с акташитом и алабандином.

В отраженном свете клерит светло-серый с легким розовато-желтоватым оттенком. Такой оттенок наиболее отчетлив в сростаниях клерита с акташитом.

Институт геологии и геохимии УрО РАН, 620219, Екатеринбург, Почтовый пер., 7.

¹ Рассмотрено и рекомендовано к опубликованию Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всероссийского минералогического общества 8 мая 1994 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 31 октября 1995 г.

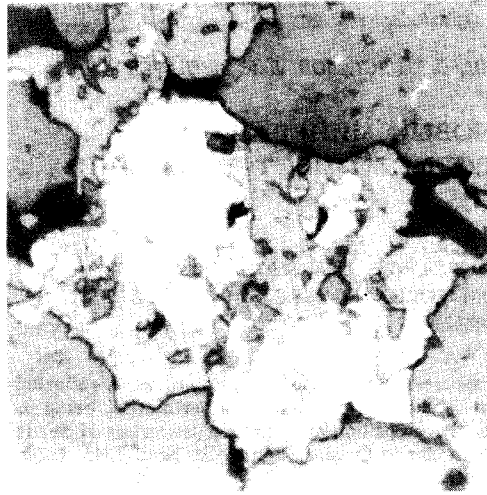


Рис. 1. Обособления клерита (изометричные, белые) в реальгаре (светло-серое) среди карбонатов. Увел. 100.

Fig. 1. Segregations of clerite (white isometric) within realgar (light gray) inside the carbonate mass (dark), $\times 100$.

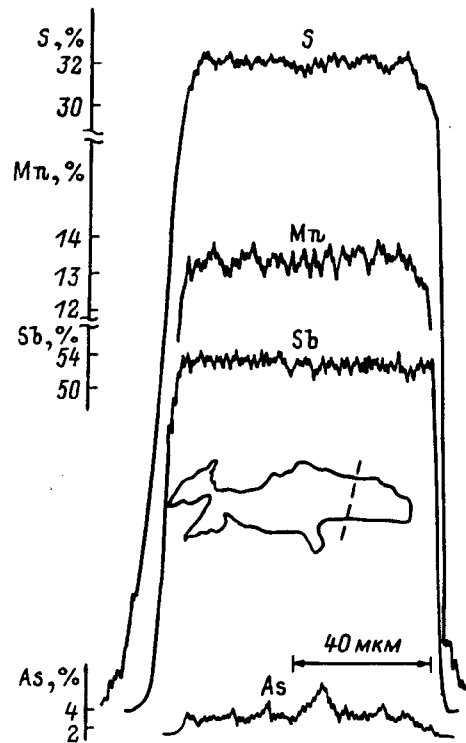


Рис. 2. Распределение содержаний Mn, As, Sb и S в зерне клерита.

Fig. 2. Distribution of Mn, As, Sb and S contents in the clerite grain.

Двуотражение заметное. Анизотропия сильная в желтовато-коричневатых тонах. Минерал непрозрачный. Плеохроизм и внутренние рефлексии отсутствуют.

Твердость микровдавливания, измеренная на микросклерометре Durimet при нагрузке 15 г и экспозиции 10 с, варьирует от 224 до 262 кг/мм² (среднее из пяти определений 252 кг/мм²). Минерал хрупкий, около отпечатков обычны трещины разрыва.

Клерит является марганцевым аналогом бертьерита, существование которого предполагалось О. В. Кононовым и соавторами (1990) на основании находки бертьерита с высоким содержанием марганца (до 6.2 % Mn). По результатам микрозондового анализа (табл. 1) в составе клерита помимо основных компонентов фиксируется постоянное присутствие примеси мышьяка (до 6.8 %). В пределах отдельных зерен распределение минералообразующих элементов равномерное (рис. 2). Приведенные составы клерита хорошо пересчитываются на формулу $Mn(Sb, As)_2S_4$. Эмпирическая кристаллохимическая формула (среднее из пяти анализов): $Mn_{1.00}(Sb_{1.75}As_{0.25})_{2.00}S_{4.00}$.

Порошковая дебаграмма клерита получена в камере РКД-57.3 мм А. Ф. Бушмакиным. Условия съемки: Fe-излучение, Mn-фильтр, внутренний эталон – германий. Параметры элементарной ячейки определены методом наименьших квадратов.

Таблица 1

Химический состав клерита (мас. %)
Chemical composition of clerite (wt. %)

Компонент	1	2	3	4	5	6
Mn	13.2	13.4	13.6	12.8	12.5	13.1
As	2.9	3.1	6.8	4.7	4.6	4.4
Sb	52.1	51.9	48.2	51.2	52.8	51.2
S	31.6	31.7	31.6	29.5	29.8	30.8
Сумма	99.8	100.1	100.2	98.2	99.7	99.5

Примечание. Химический состав определен микрорентгеноспектральным методом в Институте геологии и геохимии УрО РАН В. А. Вилисовым. Условия анализа: ускоряющее напряжение 20 кВ, ток 30 нА, эталоны – Mn металлический, InAs, GaSb и ZnS. Содержание меди и железа ниже чувствительности микроанализа (0.03 %). Ан. 6 – среднее из пяти определений.

Дебаеграмма клерита сходна с рентгенограммами высокомарганцовистого бертьерита и бертьерита (табл. 2), отличаясь от них главным образом более высокими значениями межплоскостных расстояний и интенсивностями некоторых отражений. Из-за весьма малых размеров зерен клерита монокристалльные исследования его не проводились. По аналогии структурных данных для клерита и бертьерита, а также для бертьерита и синтетического $MnSb_2S_4$ (Bente, Edenharter, 1990) можно принять, что клерит имеет ромбическую сингонию, $z = 4$. В предположении об изоструктурности этих минералов дебаеграмма клерита хорошо индицируется (табл. 2). Параметры элементарной ячейки клерита (Å) следующие: $a = 11.47 \pm 0.02$, $b = 14.36 \pm 0.03$, $c = 3.81 \pm 0.01$, $V = 627.54 \text{ \AA}^3$. Параметр b и объем элементарной ячейки клерита заметно выше соответствующих величин для бертьерита (табл. 2), с чем связано понижение плотности клерита ($\rho_{\text{выч}} = 4.48 \text{ г/см}^3$) по сравнению с высокомарганцовистым бертьеритом ($\rho_{\text{выч}} = 4.65 \text{ г/см}^3$) и бертьеритом ($\rho_{\text{выч}} = 4.68 \text{ г/см}^3$).

Ранее минерал, отвечающий по составу клериту, был описан в золоторудном месторождении Хемло (Онтарио), однако изучение его порошковой рентгенограммы не выявило его изоструктурности с бертьеритом (Harris, 1989). Химический состав трех зерен этого минерала следующий (мас. %): Mn 13.4, 12.5, 12.4; Fe не обн.; Sb 52.1, 55.0, 53.7; As 2.4, 1.8, 2.2; S 30.1, 29.9, 30.0; сумма 98.0, 99.2, 98.3. Несколько необычным является отсутствие примесей железа в минералах из Хемло и Воронцовского месторождения.

Спектры отражения клерита (табл. 3) измерены на автоматической микроспектрофотометрической установке в ВИМСе (Москва). Спектр дискретный, шаг 20 нм. Число отсчетов 5 с последующим усреднением. Стандарт – аттестованный на ЛОМО эталон кремния. Сравнение спектров отражения клерита со спектрами отражения других минералов показало полную идентичность характера кривой $R_{\text{мин}}$ клерита, бертьерита и высокомарганцовистого бертьерита (рис. 3). $R_{\text{макс}}$ клерита отличается от $R_{\text{макс}}$ бертьерита в области малых длин волн и характеризуются резко пониженными значениями. Различия спектров отражения клерита и антимонита существенны, а спектры отражения свинцовых сульфосолей с близкими соотношениями компонентов – цинкениита $PbSb_2S_4$ и твиннита $Pb(Sb, As)_2S_4$ – принципиально иные (см. рис. 3). По относительной величине двуотражения ($\Delta R = 0.28-0.34$) клерит также значительно ближе к бертьериту ($\Delta R = 0.20-0.32$), чем к антимониту ($\Delta R = 0.26-0.41$), цинкенииту ($\Delta R = 0.11-0.12$) или твинниту ($\Delta R = 0.10-0.12$). Различия спектров отражения бертьерита и клерита могут быть

Таблица 2

Результаты расчета рентгенограммы клерита и бертьерита
X-ray powder patterns of clerite and berthierite

Клерит				Высокомарганцовистый бертьерит (Кононов и др., 1990)				Бертьерит (Bergt, Thompson, 1962)				
<i>I</i>	$d_{\text{изм}}$	$d_{\text{расч}}$	<i>hkl</i>	<i>I</i>	$d_{\text{изм}}$	<i>hkl</i>	<i>hkl</i>	<i>I</i>	$d_{\text{изм}}$	<i>I</i>	$d_{\text{изм}}$	<i>hkl</i>
30	7.28	7.18	020	41	7.08	020	020	5	7.14	5	7.14	020
—	—	—	—	10	5.29	—	210	1/2	5.34	1/2	5.34	210
40	4.46	4.48	220	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	64	4.37	130	130	6	4.37	6	4.37	130
90	3.69	3.70	310	100	3.67	310, 011	310, 011	10	3.68	10	3.68	310
—	—	—	—	33	3.54	040	040	1/2	3.52	1/2	3.52	040
20	3.52	3.51	111	23	3.46	111	111	—	—	—	—	—
20	3.42	3.43	140	55	3.38	140	140	3	3.39	3	3.39	140
70	3.23	3.23	121	55	3.19	121	121	3	3.20	3	3.20	121
—	—	—	—	24	3.07	211	211	—	—	—	—	—
40	3.05	3.04	240	85	3.02	240	240	4	3.01	4	3.01	240
—	—	—	—	13	2.962	031, 330	031, 330	—	—	—	—	—
80	2.90	2.90	221	63	2.875	131, 050, 221	131, 050, 221	3	2.88	3	2.88	221
100	2.65	2.65	231	91	2.623	231	231	8	2.62	8	2.62	231, 311
20	2.56	2.57	250	40	2.541	250	250	3	2.54	3	2.54	250
—	—	—	—	19	2.518	141, 321	141, 321	—	—	—	—	—
—	—	—	—	8	2.314	160	160	—	—	—	—	—
10	2.30	2.29	401	28	2.275	051, 350, 401	051, 350, 401	1	2.28	1	2.28	401, 350, 051
10	2.26	2.26	411	14	2.247	411	411	—	—	—	—	—
—	—	—	—	13	2.224	440	440	1	2.23	1	2.23	510, 440
40	2.18	2.19	520	34	2.171	421, 520	421, 520	4	2.18	4	2.18	260
—	—	—	—	5	2.108	251	251	—	—	—	—	—
30	2.06	2.07	431	25	2.050	431	431	3	2.05	3	2.05	431
30	2.03	2.01	360, 450	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	1.934	1.933	540	27	1.9193	540, 441	540, 441	3	1.918	3	1.918	441, 600
40	1.906	1.905	002	27	1.8862	521, 610, 002	521, 610, 002	3	1.888	3	1.888	610, 521, 002

50	1.813	1.818	122, 531	26	1.8058	531	1	1.804	531
30	1.792	1.791	451, 361	32	1.7864	212, 071, 370	4	1.771	212, 451, 361, 630, 080
-	-	-	-	22	1.7737	080, 361	-	-	-
-	-	-	-	22	1.7662	630, 171	-	-	-
20	1.690	1.687	640	13	1.6744	042, 640	-	-	-
10	1.620	1.622	551	11	1.5973	332	2	1.593	322, 242, 720, 181, 650
-	-	-	-	13	1.5897	720	-	-	-
-	-	-	-	10	1.5624	190, 152	1	1.561	412
5	1.527	-	-	-	-	-	-	-	-
5	1.432	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1.387	-	-	-	-	-	-	-	-
5	1.353	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1.267	-	-	-	-	-	-	-	-
20	1.236	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1.216	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1.199	-	-	-	-	-	-	-	-
10	1.184	-	-	-	-	-	-	-	-
5	1.126	-	-	-	-	-	-	-	-
20	1.079	-	-	-	-	-	-	-	-
20	1.072	-	-	-	-	-	-	-	-

Параметры элементарной ячейки

$$a = 11.47 \pm 0.02 \text{ \AA}$$

$$b = 14.36 \pm 0.03 \text{ \AA}$$

$$c = 3.81 \pm 0.01 \text{ \AA}$$

$$V = 627.54 \text{ \AA}^3$$

$$a = 11.46 \text{ \AA}$$

$$b = 14.15 \text{ \AA}$$

$$c = 3.77 \text{ \AA}$$

$$V = 611.39 \text{ \AA}^3$$

Отражение (%) и двуотражение ΔR клерита
 The reflection (R , %) and bireflectance (ΔR) of clerite

λ , нм	R_g	R_p	$\Delta R_{отн}$	λ , нм	R_g	R_p	$\Delta R_{отн}$
420	35,6	24,8	0,30	580	36,7	24,6	0,33
440	35,2	24,5	0,30	600	37,1	25,2	0,32
460	34,7	24,1	0,31	620	37,0	25,4	0,31
480	35,2	23,9	0,32	640	36,8	25,6	0,30
500	35,5	23,8	0,33	660	36,4	25,7	0,29
520	35,5	23,7	0,33	680	36,1	25,8	0,29
540	36,0	23,8	0,34	700	35,6	25,8	0,28
560	36,4	24,1	0,34				

обусловлены присутствием в составе клерита примеси мышьяка. Вследствие небольших размеров обособлений клерита и постоянных их сростаний с другими рудными минералами испытания на устойчивость минерала в кислотах не проводились.

Минерал назван в честь Онисима Егоровича Клера (1845–1920), организатора и руководителя Уральского общества любителей естествознания (УОЛЕ), почетного члена Минералогического общества с 1896 года (Зорина, 1989).

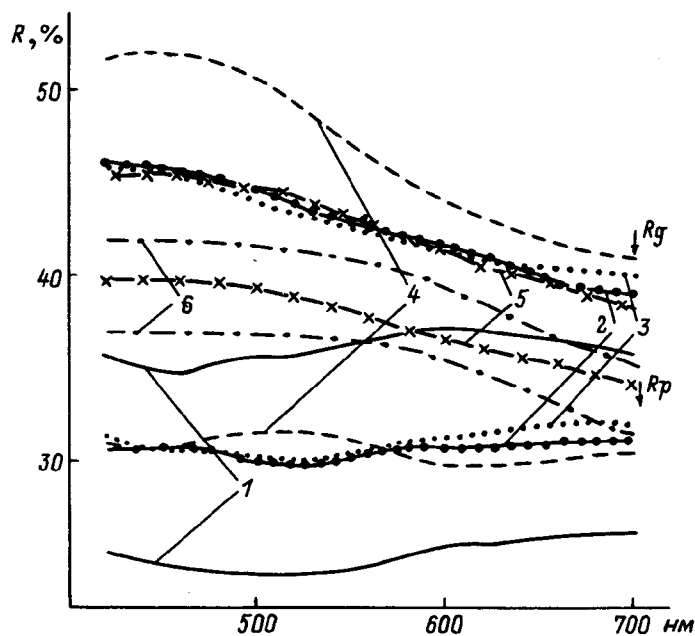


Рис. 3. Спектры отражения клерита (1), высокомарганцовистого бертьерита (2) – (Кононов и др., 1990), бертьерита (3), антимонита (4), цинкениита (5) и твиннита (6) – (Чвилева и др., 1988).

Fig. 3. Reflection spectra of clerite (1), Mn-berthierite (2), berthierite (3), antimonite (4), zinkenite (5) and twinnite (6).

Образец клерита передан на хранение в Уральский минералогический музей (г. Екатеринбург).

Клерит утвержден Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации (95-029).

Список литературы

- Зорина Л. И. Онисим Егорович Клер. М.: Наука, 1989. 126 с.
Кононов О. В., Виноградова Р. А., Бородаев Ю. С. и др. Высокомарганцовистый бертьерит Тырныаузского месторождения (Сев. Кавказ) // ЗВМО. 1990. Вып. 2. С. 82-87.
Сазонов В. Н., Мурзин В. В., Григорьев Н. А., Гладковский В. А. Эндогенное оруденение девонского андезитоидного вулканоплутонического комплекса (Урал). Свердловск: УрО АН СССР, 1991. 184 с.
Чилиева Т. Н., Безмертная М. С., Спиридонов Э. М. и др. Справочник-определитель рудных минералов в отраженном свете. М.: Недра, 1988. 504 с.
Bente K., Edenharter A. X-ray structure analysis of synthetic $MnSb_2S_4$ and structure refinement of natural $FeSb_2S_4$ (berthierite) // Z. Kristallogr. 1990. Supl. 2. P. 36.
Berry L. J., Thompson R. M. X-ray powder data for ore minerals: The Peacock atlas // Geol. Soc. Amer. 1962. Vol. 85. 281 p.
Harris D. C. The mineralogy and geochemistry of the Hemlo gold deposit, Ontario // Geol. Surv. Canada. Econ. Geol. 1989. Rep. 38.

Поступила в редакцию
29 ноября 1995 г.

УДК 549.753.1

ЗВМО, № 3, 1996 г.
Proc. RMS, N 3, 1996

© Д. чл. И. В. ПЕКОВ,* И. М. КУЛИКОВА,** Ю. К. КАБАЛОВ,* О. В. ЕЛЕЦКАЯ,*
Н. В. ЧУКАНОВ,*** д. чл. Ю. П. МЕНЬШИКОВ,**** д. чл. А. П. ХОМЯКОВ**

БЕЛОВИТ-(La) $Sr_3Na(La, Ce)(PO_4)_3(F, OH)$ – НОВЫЙ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЙ МИНЕРАЛ ИЗ ГРУППЫ АПАТИТА¹

I. V. PEKOV, I. M. KULIKOVA, Yu. K. KABALOV, O. V. ELETSKAYA, N. V. CHUKANOV,
Yu. P. MENSNIKOV, A. P. KHOMYAKOV. BELOVITE-(La) $Sr_3Na(La, Ce)(PO_4)_3(F, OH)$ –
A NEW RARE EARTH MINERAL IN THE APATITE GROUP

The new mineral – La-dominant analogue of belovite-(Ce) – has been found in two points of the well known Khibiny massif. On Kukisvumchorr mount it occurs within the natrolite zone of a pegmatite body cutting nephelinic syenite and associates with microcline, aegirine, pectolite, lamprophyllite, gaidonayite, gerasimovskite et al. On the Eveslogchorr mount occurrence belovite-(La) has been found in the small natrolite vein together with analcime, murmanite and safflorite. All the usual data on physical properties, chemical composition and crystallochemical formula of the mineral are presented in the paper.

* Московский университет, 119899, Москва, Воробьевы горы.

** Институт минералогии, геохимии, кристаллохимии редких элементов (ИМГРЭ) РАН, 121357, Москва, ул. Вересаева, 15.

*** Институт химической физики РАН, Черноголовка.

**** Геологический институт Кольского научного центра РАН, 184200, Апатиты, ул. Ферсмана, 14.

¹ Рассмотрено и рекомендовано Комиссией по новым минералам и названиям минералов Всероссийского минералогического общества 23 февраля 1995 г. Утверждено Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 28 сентября 1995 г.