

УДК 549.361

МИНЕРАЛОГИЯ

© Э.М. СПИРИДОНОВ, А.С. БАДАЛОВ, В.В. КОВАЧЕВ

**СТИБИОКОЛУСИТ $\text{Cu}_2\text{V}_2(\text{Sb, Sn, As})_6\text{S}_{32}$ —
НОВЫЙ МИНЕРАЛ***

(Представлено академиком В.А. Жариковым 20 II 1992)

Минералы группы колусита $\text{Cu}_2\text{V}_2(\text{As, Sn, Sb, Ge} \dots)_6\text{S}_{32}$ [12 и др.] типоморфны для гидротермальных месторождений сульфидов меди, возникших при повышенном окислительном потенциале и содержащих ангидрит, барит, минералы с As^{5+} и Sb^{5+} (энаргит, фаматинит, люцонит) и с Te^{4+} и Cu^{2+} (Те-тетраэдрит, голдфилдит): плутогенных меднопорфировых [1, 2, 7, 8, 13]; вулканогенных медноколчеданных, колчеданно-полиметаллических и золотых [3, 5, 6, 8]. Наиболее распространен колусит существенно мышьяковистый — собственно колусит (арсеноколусит) [2, 5, 7, 12, 13]. Менее распространен существенно оловянистый колусит — некрасовит (станноколусит) [3, 6, 8]. Существенно сурьмянистый колусит (стибиоколусит) более редок, установлен нами в вулканогенных месторождениях золота Кайрагач (Восточный Узбекистан) и Челопеч (Болгария).

В месторождении Кайрагач минералы группы колусита сконцентрированы в золоторудных столбах в сульфидно-кварцевых жилах среди вторичных кварцитов

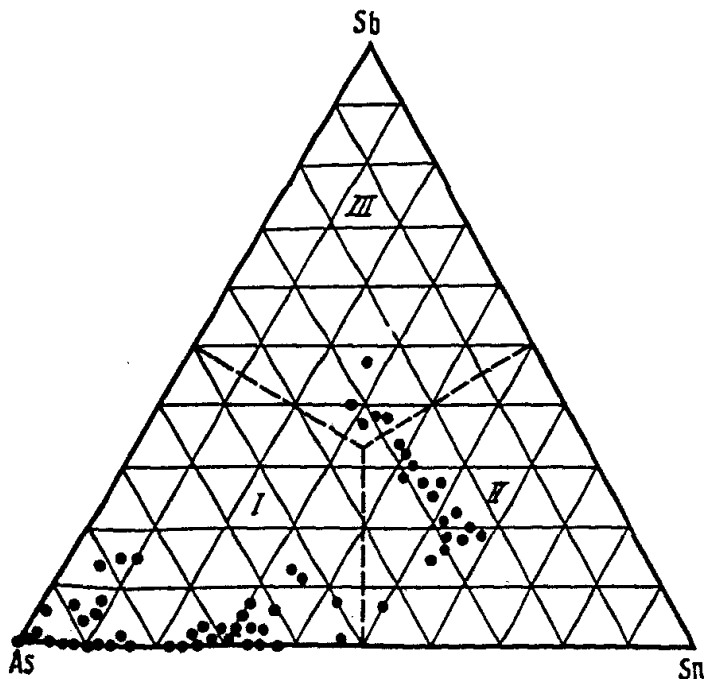


Рис. 1. Вариации состава колусита (арсеноколусита) (I), некрасовита (станноколусита) (II) и стибиоколусита (III) по данным [2–8, 12, 13] и авторов

* Минерал (№ 91–043) и его название утверждены Комиссией по новым минералам и названиям минералов Международной минералогической ассоциации 8 I 1992 г.

Т а б л и ц а 1

Химический состав (мас.%) стибноколусита месторождений Кайрагач (1–3) и Челопеч (4)

Компонент	1	2	3	4
Cu	48,53	49,32	49,05	46,74
Fe	0,90	0,92	0,87	1,68
Mn	0,04	0,02	0,06	0,10
Co	0,01	0,01	0,00	0,00
Ag	0,01	0,00	0,01	0,03
V	3,18	3,24	2,96	3,02
Sb	8,27	7,83	7,91	9,87
As	3,87	3,69	3,83	3,35
Sn	6,80	5,47	6,68	5,23
Ge	0,14	0,15	0,08	0,37
Mo	0,53	0,52	0,51	Следы
S	29,73	29,65	29,20	30,06
Сумма	102,01	100,82	101,16	100,45
Формульные единицы в расчете на 66 атомов				
Cu	25,79	26,29	26,31	25,09
Fe	0,54	0,56	0,53	1,03
Mn	0,02	0,01	0,04	0,06
Co (Ag)	0,01	0,01	—	— (0,01)
Сумма	26,36	26,87	26,88	26,19
V	2,11	2,15	1,98	2,02
Sb	2,29	2,18	2,21	2,77
As	1,74	1,67	1,74	1,53
Sn	1,93	1,56	1,92	1,50
Ge	0,07	0,07	0,04	0,02
Mo	0,19	0,18	0,18	—
Сумма	6,22	5,66	6,09	5,82
S	31,30	31,32	31,04	31,98

Примечание. Zn, Ni, Cd, Hg, Au, Pb, Bi, W, In, Te, Se не обнаружены.

и аргиллизитов с пиррофиллитом, серицитом, алунитом, диккитом и другими высоко Al-минералами. Стибноколусит развит в рудах, богатых теллуристыми блеклыми рудами, сложными сульфидами олова, висмута, сульфотеллуридами и сульфоселлотеллуридами висмута. Стибноколусит слагает овальные выделения размером 5–15, реже до 80 мкм в висмутисто-теллуристом тетраэдрите. Внешние зоны стибноколусита нередко обогащены Sn, стибноколусит сменяется сурьмянистым некрасовитом (станноколуситом). Большая часть зерен стибноколусита и сурьмянистого некрасовита окружена полной или частичной каймой сурьмянистого моусонита [4]. Контакты стибноколусита с блеклой рудой и моусонитом четкие, резкие.

В месторождении Челопеч стибноколусит установлен в обогащенных золотом участках массивных сульфидных рудных залежей в ассоциации с люционитом, энаргитом, борнитом, некрасовитом, голдфилдитом. Округлые зерна стибноколусита с поперечником до 40 мкм чаще находятся в энаргите и люционите.

Стибноколусит темно-серый с металлическим блеском, цвет черты серый. $VHN_{50} = 260–285$, в среднем 273 кг/мм^2 ($n = 12$); микротвердость самая низкая из минералов группы колусита [5]. Спайность не наблюдалась, излом криволиней-

Таблица 2

Рентгенограмма стибноколусита обр. 1 месторождения Кайрагач (Fe/Мл; $D = 114$ мм) *

I	$d_{изм}, \text{\AA}$	$d_{расч}, \text{\AA}$	hkl
0,5	6,2	6,181	111
3	5,4	5,353	200
2	4,76	4,787	210
3	4,38	4,370	211
1	3,39	3,385	310
0,5	3,23	3,228	311
10	3,10	3,090	222
1	2,97	2,969	320
1	2,86	2,861	321
3	2,66	2,676	400
0,5	2,60	2,596	322, 410
0,5	2,52	2,523	330, 411
0,5	2,45	2,456	331
1	2,39	2,394	420
0,5	2,33	2,336	421
0,5	2,28	2,282	332
1	2,10	2,099	431
0,5-1	1,988	1,988	432
9	1,892	1,892	440
0,5	1,835	1,836	433, 530
0,5	1,810	1,809	531
0,5	1,782	1,784	442, 600
0,5	1,736	1,737	532, 611
7	1,614	1,614	622
1	1,579	1,578	631
2	1,543	1,545	444
1	1,485	1,485	640
0,5	1,470	1,470	641
3	1,339	1,338	800
4	1,226	1,228	662
2	1,197	1,197	840
1	1,141	1,141	664
6	1,094	1,093	844
1	1,071	1,071	860, 10.0.0
4	1,030	1,030	666, 10.2.2

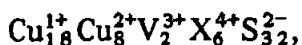
* $a_0 = 10,705 \pm 0,004 \text{ \AA}$.

ный. Плотность (рентгеновская) $4,66 \text{ г/см}^3$ (обр. 1, Кайрагач). В отраженном свете стибноколусит светло-серый со светло-коричневым или розовато-коричневым оттенком. Внутренние рефлексy, двуотражение, эффекты анизотропии и плеохроизма отсутствуют. Отражение в воздухе R (λ , нм), %: 22,5 (400); 23,0 (420); 23,8 (440); 24,7 (460); 25,2 (470); 25,5 (480); 26,3 (500); 27,1 (520); 28,0 (540); 28,3 (546); 28,8 (560); 29,5 (580); 29,9 (589); 30,1 (600); 30,6 (620); 31,0 (640); 31,0 (650); 31,1 (660); 31,1 (680); 31,1 (700) (микрорефлектометр "Блеск" ГОИ, эталон — металлический кремний, аналитик Т.Н. Чвилёва). Отражение стибноколусита выше, чем у станноколусита и германистого колусита, ниже, чем у арсеноколусита по [8, 10–12]. В спектрах отражения стибноколусита отсутствует максимум в желтой области, характерный для арсеноколусита.

Химический состав минерала определен с помощью электронного микроскопа "Camebax"; эталоны — чистые металлы Cu, Mn, V, Sb и Ge, синтетические ZnSe (Zn), SnS₂ (Sn) и MoS₂ (Mo), химически анализированные кобальтин (Co, As), пирит (Fe), гессит (Ag), халькостибит (S); аналитик Э.М. Спиридонов (табл. 1). Состав отвечает Cu₂₆V₂(Sb, Sn, As)₆S₃₂, где Sb > Sn, As. Состав обр. 1 (Кайрагач), для которого изучены физические свойства, отвечает Cu₂₆V₂(Sb_{2,31}Sn_{1,94}As_{1,75})₆S₃₂. Идеализированный состав стибноколусита Cu₂₆V₂Sb₆S₃₂, колусита (арсеноколусита) Cu₂₆V₂As₆S₃₂, некрасовита (станноколусита) Cu₂₆V₂Sn₆S₃₂. Вариации состава этих минералов даны на рис. 1. По составу ряд станноколусит—стибноколусит непрерывный, между сурьмянистым арсеноколуситом и стибноколуситом заметный разрыв.

Рентгенограмма порошка стибноколусита однотипна с рентгенограммами других кубических минералов группы колусита, она приведена в табл. 2. Индексы отражений получены по аналогии с данными в [11, 12]. Совокупность рентгеновских отражений отвечает пространственной группе $P\bar{4}3m$, что согласуется с данными [9]. Параметр решетки стибноколусита $a_0 = 10,705(4) \text{ \AA}$ ($V = 1227,1 \text{ \AA}^3$, $Z = 1$) значительно больше, чем у арсеноколусита и германистого колусита, и близок к станноколуситу.

Структурная формула стибноколусита возможно следующая:



где $\text{X}^{4+} = (\text{Sb}, \text{As}^{5+} + \text{Sb}, \text{As}^{3+}) : 2, \text{Sn}^{4+}, \text{Ge}^{4+}, \text{Te}^{4+}, \text{Mo}^{4+}$.

Типичный образец стибноколусита находится в Минералогическом музее им. А.Е. Ферсмана.

Московский государственный университет
им. М.В. Ломоносова

Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии
редких элементов, Москва

Университет геологии и горного дела, София, Болгария

Поступило
21 II 1992

ЛИТЕРАТУРА

1. Газизова К.С., Яренская М.А. — Тр. ИГН АН КазССР, 1966. т. 15, с. 82–91.
2. Качаловская В.М., Осипов Б.С., Кукоев В.А. и др. Минералы и парагенезисы минералов эндогенных месторождений. Л.: Наука, 1975, с. 98–104.
3. Коваленкер В.А., Евстигнеева Т.Л., Малов В.С. и др. — Минерал. журн., 1984, т. 6, № 2, с. 88–97.
4. Спиридонов Э.М., Бадалов А.С. — ДАН, 1983, т. 271, № 3, с. 710–714.
5. Спиридонов Э.М., Качаловская В.М., Бадалов А.С. — Вестн. МГУ. Сер. геол., 1986, № 3, с. 60–69.
6. Спиридонов Э.М., Чвилёва Т.Н., Бадалов А.С. — ДАН, 1983, т. 269, № 3, с. 706–712.
7. Страшимиров Ст. — Геохимия, минералогия, петрография. София, 1982, т. 15, с. 57–66.
8. Чвилёва Т.Н., Безсмертная М.С., Спиридонов Э.М. и др. Справочник-определитель рудных минералов в отраженном свете. М.: Недра, 1988. 504 с.
9. Dangel P.N., Wuensch B.J. — Amer. Miner., 1970, vol. 55, p. 1787–1791.
10. IMA/COM Quantitative data file. Applied mineralogy group. Mineral. Soc., L., 1977.
11. Levy C. — Mem. BRGM, 1967, vol. 54, p. 3–178.
12. Orlandi P., Merlino S., Duchi G. et al. — Can. Miner., 1981, vol. 19, p. 423–427.
13. Springer G. — Neues Jahrb. Mineral. Monatsh., 1969, S. 24–32.