

Э.М.Спиридонов

**ЖЕЛЕЗИСТЫЙ КОБАЛЬТИН СКАРНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ МЕДИ ИЧКЕУЛЬМЕС
(Северный Казахстан)**

Кобальтин $CoAsS$ характеризуется различной упорядоченностью мышьяка и серы в структуре. Высокотемпературный (высокий) кобальтин (кобальтин-I) отличается неупорядоченной структурой типа пирита с пр. гр. $Ra3$, т.е. формула минерала отвечает $Co(As,S)_2$; низкотемпературный (низкий) кобальтин (кобальтин-II) выделяется почти полной упорядоченностью атомов мышьяка и серы, симметрия минерала пониженная - ромбическая, пр. гр. $Rsa2_1$, формула - $CoAsS [5,6]$. В месторождениях встречаются обе модификации кобальтина и их смеси [I]. Изучение распределения различных модификаций кобальтина может дать дополнительную информацию об особенностях процессов рудообразования.

Кобальтин - характерный второстепенный минерал скарновых месторождений

Таблица I

Химический состав (в мас.%), микротвердость и параметры решетки кобальтина скарнового месторождения Ичкеульмес, Северный Казахстан

Компоненты	I ^x	I	2	3	4	5	6
Co	29,87	29,54	33,04	32,28	34,79	35,13	34,44
Fe	4,54	4,39	4,12	2,99	2,91	2,38	2,08
Ni	0,69	0,72	0,08	0,26	0,09	0,31	0,41
Cu	0,00	0,02	0,08	0,00	0,00	0,00	0,09
As	45,25	45,15	44,50	46,68	43,45	45,05	45,46
Sb	0,67	0,61	0,01	Сл.	Сл.	0,01	0,01
Bi	0,00	Сл.	0,04	0,00	0,00	Сл.	0,11
S	18,74	18,99	19,78	18,05	19,48	19,12	19,38
Сумма	99,91	99,42	101,65	100,25	100,72	102,00	101,98

Формульные единицы в расчете на 3 атома

Co	0,85	0,84	0,91	0,92	0,96	0,97	0,95
Fe	0,14	0,13	0,12	0,09	0,08	0,07	0,06
Ni	0,02	0,02	-	0,01	-	0,01	0,01
Сумма	1,01	0,99	1,03	1,02	1,04	1,05	1,02
As	1,01	1,01	0,97	1,04	0,94	0,98	0,99
Sb	0,01	0,01	-	-	-	-	-
S	0,98	0,99	1,00	0,94	1,02	0,97	0,99
VHN, кг/мм ²	II05				I089		I004
	(970-1225)				(985-1223)		(968-1143)
n	15				20		18
a ₀ ± 0,002, Å	5,565				5,561		5,560

Примечание. I^x - химический анализ из навески 300 мг, аналитик Н.Г. Шумкова, ИМГРЭ, остальные - микрозонд "Самебах", аналитик Э.М.Спиридонов. Микротвердость измерена Н.Ф.Соколовой (ПМТ-3, P = 100 г); n - число измерений. Параметры решетки рассчитаны МНК.

Таблица 2

Отражение R (в %) кобальтина Ичкеульмеса в интервале спектра
 $\lambda = 420-700$ нм

Номер образца	Fe, мас. %	420	440	460	480	500	520	540	560
I	4,5	49,7	49,1	48,8	48,9	49,3	49,9	50,6	51,4
4	2,9	48,3	48,1	47,8	48,0	48,8	49,7	50,5	51,4
6	2,1	48,1	47,4	47,1	47,4	48,4	49,5	50,3	51,2

Номер образца	Fe, мас. %	580	600	620	640	660	680	700
I	4,5	52,3	52,7	53,1	53,7	54,0	54,4	55,0
4	2,9	52,5	53,2	53,8	54,2	54,6	55,0	55,4
6	2,1	52,4	53,0	53,6	54,3	54,7	55,2	55,6

Примечание. Измерено Т.Н.Чвилевой на двухлучевом микрорефлектометре "Блеск", эталон - металлический кремний.

Таблица 3

Рентгенограмма железистого кобальтина Ичкеульмеса, обр. I

I/I_1	$d_{изм}, \text{Å}$	$d_{расч}, \text{Å}$	hkl	I/I_1	$d_{изм}, \text{Å}$	$d_{расч}, \text{Å}$	hkl
11	5,54	5,565	100 ^x	81	1,677	1,6778	311
5	3,932	3,935	110 ^x	7	1,607	1,6064	222
7	3,205	3,213	111	28	1,544	1,5434	320
87	2,782	2,7823	200	32	1,486	1,4872	321
100	2,487	2,4886	210	8	1,390	1,3912	400
79	2,272	2,2718	211	3	1,350	1,3496	410 ^x
26	1,966	1,9674	220	6	1,244	1,2443	420
4	1,854	1,8549	300 ^x	14	1,215	1,2143	421
2	1,759	1,7597	310 ^x	5	1,187	1,1864	332

Примечание. Условия съемки: дифрактометр ДРОН-1,5; Со-антикатод; $I^0\theta = 4$ см на диаграмме; внутренний эталон - кварц; аналитик Э.М.Спиридонов. Звездочкой отмечены отражения, характерные для низкого кобальтина.

железа и меди Северного Казахстана, связанных с интрузивами позднеордовикского тоналит-гранодиоритового крыккудукского комплекса [2-4]. Небольшое по масштабам скарновое месторождение меди Ичкеульмес, связанное с калийной фацией гранодиоритов - с адамеллитами Селетинского плутона, является многостадийным и характеризуется ассоциациями разнообразных оксидных и сульфидных минералов железа, сульфидов меди, сульфидов и сульфоарсенидов кобальта и никеля, шеелита, молибденита, обилием сульфосолей и сульфотеллуридов висмута. Кобальтин входит в состав средне-низкотемпературных гидротермальных ассоциаций, наложенных на скарны, на гидросиликатные скарны, пропилитизированные скарны. Это кварц-карбонатные, кварцевые и карбонатные гнезда и прожилки с хлоритом, магнетитом, кобальтином, с подчиненными халькопиритом и железистым сфалеритом. Вокруг них развиты ореолы вкрапленности кобальтина в массивных халькопиритовых рудах, в агрегатах мушкетовита, в разложенных хлоритизированных скарнах. Кобальтин тесно ассоциирует с магнетитом. Встречаются скопления кобальтина в поперечнике до 80 см, в большинстве других мест присутствует рассеянная вкрапленность минерала или кобальтин отсутствует.

Кобальтин слагает идиоморфные или субидиоморфные кристаллы кубооктаэдрической, а чаще сложной формы размером от сотых долей до 9 мм. Метакристаллы кобальтина содержат множество резорбированных включений халькопирита и мушкетовита. В кобальтине часто наблюдаются метасоматические вроски гладита, реже - крупкаита.

Химический состав кобальтина довольно устойчив и близок к стехиометрическому (табл. I). Содержания железа составляют 2-5%, никеля и сурьмы - до 1%, меди и висмута - до 0,1%. По данным спектрального анализа, кобальтин содержит (в г/т): свинца 40, скандия 30, серебра и титана по 10, молибдена и германия по 2. С ростом содержания железа, изоморфно замещающего кобальт, несколько увеличиваются микротвердость кобальтина и параметры его элементарной ячейки (см. табл. I), отражение в синей области спектра (табл. 2). Отражение в желтой и красной областях с ростом железистости меняется мало. По рентгенометрическим данным железистый кобальтин Ичкеульмеса представлен смесью полиморфных модификаций - высокой (преобладает) и низкой (табл. 3); диагностика полиморфных модификаций выполнена по аналогии с данными в [5, 6]. Таким образом, кобальтин скарнового месторождения меди Ичкеульмес малоупорядоченный.

Автор признателен Н.Ф. Соколовой и Т.Н. Чвилевой, выполнившим измерения микротвердости и отражения.

Литература

1. Боришанская С.С., Виноградова Р.А., Крутов Г.А. Минералы никеля и кобальта. М.: Изд-во МГУ, 1981. 221 с.
2. Сергийко Ю.А. Об отношении железорудных скарнов района месторождения Атансор к интрузивным и жильным породам // Вестн. АН КазССР. 1961. № 3. С. 15-31.
3. Спиридонов Э.М. Фациальность плутонов крыккудукской интрузивной серии Северного Казахстана в связи с рудоносностью // Тр. Ин-та геологии и геохимии УНЦ АН СССР. 1975. Вып. IIО. С. 24-32.
4. Яценко Н.Я. Связь железного и медного оруденения с крыккудукским интрузивным комплексом на примере месторождений Атансор и Ичкеульмес: Дис. канд. геол.-минерал. наук. 1968. 175 с.
5. Bayliss P. A further crystal structure refinement of cobaltite // Amer. Miner. 1982. Vol. 67, N 9/10. P. 1048-1057.
6. Giese R.F., Kerr P.F. The crystal structure of ordered and disordered cobaltite // Ibid. 1965. Vol. 50, N 7/8. P. 1002-1014.