

Э. Н. НАУМОВА, Г. А. СИДОРЕНКО

КОЗАЛИТ В ЖЕЛЕЗНЫХ РУДАХ  
ЧОКАДАМ-БУЛАКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Козалит  $Pb_2Bi_2S_5$  относится к группе трудно диагностируемых сульфовисмутитов свинца, часто пропускаемых в рудах.

Козалит может ошибочно приниматься за висмутин, с которым он сходен по морфологическим особенностям кристаллов, удельному весу и большинству оптических свойств.

Наиболее подробное описание козалинта дается П. Рамдором (1962), который, подчеркивая трудности однозначного определения козалинта, отмечает широкий диапазон физико-химических условий, в которых он может образовываться, и указывает следующие зарубежные месторождения, в которых имеется козалинт: контактово-метасоматические месторождения Нордмаркен (Швеция), Вошкё и Бая-Де-Арамэ (Румыния), гидротермальные месторождения: высокотемпературные — Косала (Мексика) и Болиден (Швеция), среднетемпературные — Кобальт-Сити (США) и низкотемпературные — Комсток-Лод (США), а также пегматиты Дабераса (Южно-Африканская Республика).

В СССР козалинт отмечается в некоторых олово-вольфрамовых месторождениях Восточного Забайкалья (Шаддун Т. Н., 1940) (Барабанов В. Ф., 1957), в кварцевых жилах гранитного массива северо-восточной части Бет-Пак-Дала (Ермилова Л. П., Сендерова В. М., 1955). Каленовым А. Д. (1962) был найден козалинт в кварцево-мусковитовых грейзенах горы Югодзырь (Восточная Монголия).

В настоящей статье дается описание козалинта, впервые установленного в железных рудах контактово-метасоматического месторождения Чокадам-Булак (Таджикская ССР). Магнетитовые рудные тела линзообразной формы приурочены к контакту известняков с гранодиоритами. Местами на магнетитовые скарны накладывается кварц-карбонатно-сульфидная минерализация. Козалинт обнаружен нами в неокисленной железной руде из технологической пробы, отобранной по керну скважины на Западном участке месторождения. Магнетитовые рудные тела этого участка приурочены к зоне амфибол-гранатово-пироксеновых скарнов, развивающихся по известнякам ( $D_3 + C_1$ ), которые с двух сторон контактируют с гранодиоритами. В состав руды входят следующие минералы: рудные — магнетит, пирит, козалинт, висмутин, халькопирит, пирротин, сфалерит, галенит; нерудные — актинолит, диопсид, магниевый хлорит (делессит), гроссуляр, кальцит, мусковит, биотит.

Козалинт распределен в руде крайне неравномерно. Он находится в тесной ассоциации с магнетитом, актинолитом, пиритом, халькопиритом и висмутином.



Рис. 1. Шестоватые кристаллы козалита (К) среди актинолита (А) в ассоциации с магнетитом (М) и пиритом (П),  $\times 70$

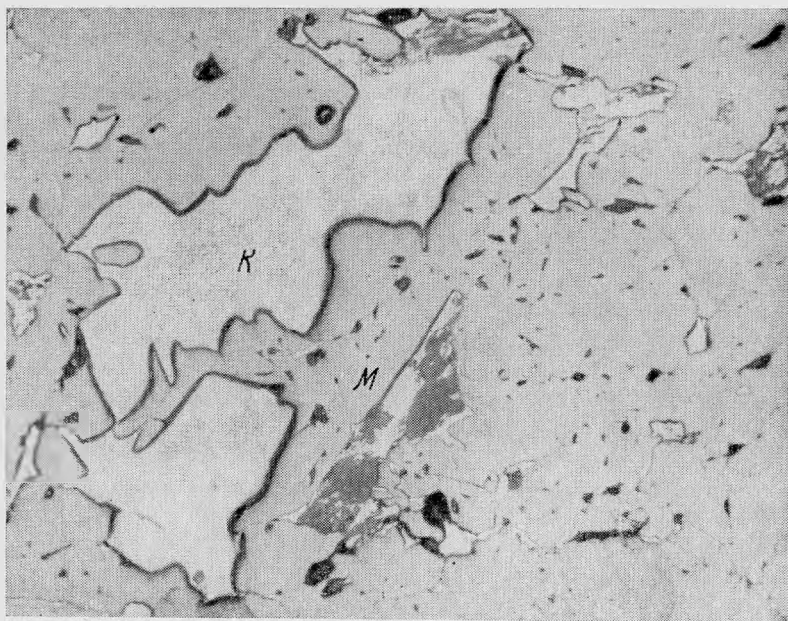


Рис. 2. Козалит (К) выполняет межзерновые пространства и трещинки в магнетите (М),  $\times 70$

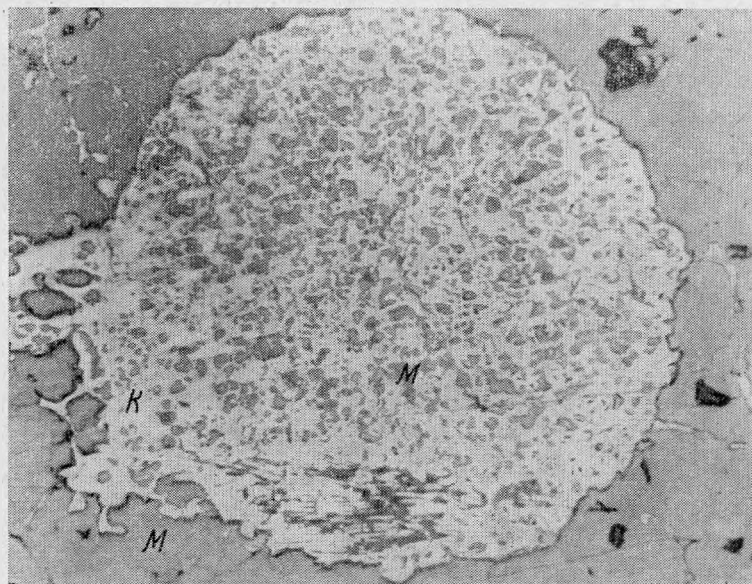


Рис. 3. Субграфическая структура срастания магнетита (М) и козалита (К),  $\times 70$

В исследованной актинолит-магнетитовой руде наблюдались две разновидности козалита, отличающиеся формой, размерами и парагенетическими ассоциациями.

Первая разновидность козалита представлена крупными шестоватыми кристаллами длиной 0,5—1,3 мм, образующими скопления среди лучистых агрегатов актинолита (рис. 1).

Вторая разновидность козалита имеет аллотриоморфнозернистую структуру и выполняет поры, трещины и межзерновые пространства в магнетите (рис. 2), пирите и халькопирите.

Наиболее мелкие выделения размером 0,1—0,5 мм козалита наблюдаются в шаровидных образованиях магнетита, которые в виде реликтов первоначально колломорфного строения встречаются среди крупнокристаллической массы магнетита. Раскристаллизованные шаровидные образования состоят из мелкозернистого магнетита, сцементированного козалитом. образуют субграфическую структуру срастания (рис. 3).

Нитевидные прожилки козалита наблюдаются в пирите и халькопирите. В козалите отмечаются тончайшие прожилки и каемки халькопирита, с которым он имеет одинаковый рельеф и близкие значения отражательной способности. Висмутин образует в козалите включения шестоватых и волокнистых кристаллов, напоминая пластинчатую структуру распада твердого раствора.

Судя по взаимоотношениям козалита с перечисленными рудными минералами, можно предположить, что его образование происходило позже магнетита в последующую стадию сульфидной минерализации.

Под бинокуляром исследуемые зерна козалита имеют шестоватое строение, цвет свинцово-серый, блеск металлический, хрупкий — без усилия раздавливается предметным стеклом на отдельные волокна. Образует сростки с актинолитом, магнетитом и сульфидами. Удельный вес козалита равен 6,14.

В отраженном свете козалит ярко-белого цвета, по сравнению с галенитом имеет слабый кремоватый оттенок. Твердость равна 100—164  $\kappa\Gamma/\text{мм}^2$ , или, по Моосу, 3,2—3,8. Отражательная способность колеблется в пределах 41,6—49,1%. При изучении дисперсии отражательной способности максимальные значения ее, равные 51,5—52,4%, установлены в диапазоне волн длиной  $\lambda = 453\text{—}480 \text{ м}\mu\kappa$  и соответствуют зеленому или зеленовато-желтому цвету спектра. Таким образом, козалит в зависимости от разреза зерен может иметь кремоватый или зеленоватый оттенок белого цвета. По данным Рамдора, срез, параллельный удлинению, имеет кремоватый оттенок, а перпендикулярный ему — зеленоватый. Таким образом, двуотражение козалита, визуальное незаметное, может фиксироваться только при измерении дисперсии отражательной способности. В этом отличие козалита от близкого к нему висмутина, который имеет отчетливое двуотражение. Анизотропия козалита четкая, но более слабая по сравнению с висмутином и минералами группы сульфовисмутитов свинца.

При диагностическом травлении стандартными реактивами козалит реагирует только с 20%-ным раствором хлорного железа, образующим в течение минуты стойкий коричневатый налет. Концентрированной соляной кислотой выявляется шестоватая структура козалита.

В связи с малым количеством материала не удалось провести полного химического анализа минерала. Микрохимическим анализом в исследуемом концентрате козалита было установлено наличие свинца — 28,17%, висмута — 27,85% и серы — 16,84%. Остальные 27% концентрата составляют посторонние примеси, отмеченные спектральным анализом в следующих количествах:

Элементы	Si	Mg	Ca	Fe	Al	Mn	Zn	Cu	Cd	Sb	Ti	Ag	Ni
Содержание, %	>10	~3	~3	~3	0,6	0,1	0,1	0,06	0,01	0,01	0,006	0,006	0,001

Примеси кремния, магния, кальция, железа и алюминия обусловлены тончайшими прорастаниями козалита с актинолитом, гранатом и другими нерудными минералами. Содержания цинка, кадмия, меди и никеля весьма незначительны и отмечаются в козалите за счет микроскопических включений сфалерита, халькопирита и пирита. Примеси сурьмы и серебра присущи, видимо, самому козалиту. Кроме того, качественной реакцией обнаружено присутствие теллура.

В связи с неполным химическим анализом минерала и большими содержаниями посторонних примесей расчет химической формулы козалита не удастся. Но по отношению количеств свинца и висмута, а также по совокупности других диагностических признаков исследуемый минерал отвечает козалиту.

Рентгенографическое изучение козалита проводилось методом Дебая на железном нефильтрованном излучении (35  $\kappa\text{в}$ , 12  $\text{м}\text{а}$ ) в камере РКД, откалиброванной по стандарту. Исследованный минерал структурно идентичен с козалитом Харкоурта (Harcourt, 1942) и отличается от висмутина, галеновисмутита и каннипарита. Значения межплоскостных расстояний образца даны в таблице и сопоставляются с характеристикой козалита Харкоурта и висмутина. Для определения размеров элементарной ячейки исследуемого козалита проведено индицирование его дебаеграммы графическим методом Палатинка на основе монокристалльных параметров и пространственной группы  $\text{P}\bar{6}\text{m}$ . Последние измерены Берри  $a = 19,04$ ;  $b = 23,81$ ;  $c = 4,05$  (Berri, 1939). Однако большие значения параметров  $a$  и  $b$  делают индицирование многозначным. Проиндицированная рентгенограмма позволила определить размеры элементарной ячейки минерала, которые оказались равными:  $a = 18,93$ ;  $b = 23,83$ ;  $c = 4,07 \pm 0,02 \text{ \AA}$ ,

Таблица межплоскостных расстояний козалита

$hkl$	Козалит (Чокадам - Булак)		Козалит (Харквоурт)		Висмутит (Чокадам - Булак)	
	$d/n$	$I$	$d/n$	$I$	$d/n$	$I$
231 $\beta$ , 530 $\beta$ , 360 $\beta$ *	3,74	2	3,75	4	5,57 5,02 3,915	2 1 6
231, 530, 360	3,40	10	3,40	8	3,51	10
311, 450	3,33	1	3,30	4		
080 $\beta$ , 630 $\beta$ , 550 $\beta$	3,05	2	3,06	4	3,08	8
080, 630, 550	2,94	8	2,95	10		
640	2,80	6	2,80	6	2,787 2,70	6 1
	—	—	—	—	2,615	1
601, 611, 740	2,48	2	—	—	2,506	7
711, 760	2,23	4	2,27	4	2,29	1
741, 661	2,13	5	2,14	6	2,24	6
910, 391	2,09	4	—	—	2,13	4
0—12—0, 821, 780	2,01	6	2,02	8	1,976	1
10—0—0, 10—1—0, 322	1,894	7	1,91	4	1,946 1,877	9 1
512, 442, 970	1,785	5	1,80	4	1,851	1
10—0—1, 452, 980	1,720	5	1,75	4	1,729	8
552, 082, 8—10—0	1,669	1				
12—0—0, 12—2—0, 732	1,578	1			1,557	3
12—2—1, 12—6—0	1,474	1			1,527 1,480	1 3
922, 10—9—1	1,454	3				
922, 862	1,437	1			1,442	3
332, 942	1,418	3				
10—0—2, 962	1,385	6			1,382	2
203, 213	1,344	3			1,349	2
403, 12—10—0	1,322	3			1,309	7
14—0—1, 423	1,287	2			1,281	1
12—0—2, 073, 533	1,262	2			1,259	1
613, 623, 273	1,244	4				
	1,227	1				
	1,211	3			1,194	2
	1,154	1				
	1,140	3			1,140	7
	1,128	2			1,122	1
					1,101	3
	1,053	3			1,058	5
	1,032	2			1,036	1
	1,004	3			1,022	1
	0,995	3				

\* Каждому отражению могут быть даны и дополнительные индексы отражения.

что находится в хорошем соответствии с параметрами, определенными на монокристаллах козалиита.

На основании проведенных исследований установлено, что на месторождении Чокадам-Булак наряду с висмутином присутствует еще сульфовисмутит свинца — козалиит, который легко может быть принят за висмутин.

По своим оптическим и рентгеноструктурным свойствам изученный козалиит железорудного месторождения близок к описанным ранее козалиитам из Букукинского и других месторождений.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Барабанов В. Ф. Козалиит из Букукинского месторождения. — Докл. АН СССР, 1957, № 5, 112.
- Ермилова Л. П., Сендерова В. М. Находки козалиита в Центральном Казахстане. — Докл. АН СССР, 1955, № 6, 105.
- Каленов А. Д. Козалиит из Восточной Монголии. — Докл. АН СССР, 1962, № 2, 142.
- Кахкаров А. О внутриминерализационной диабазовой дайке Чокадам-Булакского скарново-магнетитового месторождения. — Узб. геол. ж. 1958, № 5.
- Рамдор П. Рудные минералы и структуры их срастания. ИЛ, 1962.
- Шадлуи Т. Н. Козалиит. — Минералы СССР, т. 2. Изд-во АН СССР, 1940.
- Веггу L. G. Studies of mineral sulpho-salts: 1-cosalite from Canada and Sweden. Univ. Toronto stud., Geol. ser., 1939, 42, p. 23.
- Нарсорт G. A. Tables for identification of ore minerals by x-ray powder patterns. — Amer. Min., 1942, 27, p. 63—113.