

С. В. МАЛИНКО, Е. Ф. МЕЛЬНИЦКАЯ

САХАИТ И БОРКАРИТ В СКАРНАХ САЯКСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Сахаит $\text{Ca}_{12}\text{Mg}_4(\text{CO}_3)_4(\text{VO}_3)_7\text{Cl}(\text{OH})_2\text{H}_2\text{O}$ и боркарит $\text{Ca}_4\text{Mg} \cdot [\text{B}_4\text{O}_6(\text{OH})_6](\text{CO}_3)_2$ — карбонатобораты кальция и магния, впервые открытые в скарнах Полярной Якутии [6, 7]. За истекшее с тех пор десятилетие эти минералы стали известны во многих точках земного шара: в СССР — многочисленные минералогические находки в Полярной Якутии и промышленные залежи борных руд существенно сахаитового состава, содержащих боркарит в месторождении Солонго (Бурятия) [3, 4], за рубежом — в Корее [1], в Канаде и в Италии (устные сообщения С. М. Александрова, 1975 г.). Видимо, эндогенные карбонатобораты широко распространены в природе, о чем свидетельствуют, в частности, новые их находки в нашей стране, сделанные в последнее время в меднорудном месторождении Саяк-IV в Северо-Восточном Прибалхашье. Поскольку опыт изучения месторождения Солонго в Бурятии показал, что карбонатоборатовое оруденение образует промышленные залежи борных руд, обладающих хорошими технологическими свойствами, а также учитывая малую геологическую изученность этих руд, сложность и разнообразие их состава, обычную трудность диагностики минералов бора, представляется целесообразным остановиться подробнее на новой находке карбонатоборатов.

В геологическом строении Саякского рудного поля участвуют верхнепалеозойские (С—Р) вулканогенно-осадочные образования, представленные известковистыми песчаниками, конгломератами, туфами, туфалевралитами, известняками, мраморами, и интрузивные породы среднекаменноугольного возраста — гранодиориты, кварцевые диориты и дайки спессартита и диоритового порфирита. В районе широко развиты процессы скарнообразования и рудообразования (главным образом, медного, в меньшей мере железного, золотого, кобальтового). Среди скарнов наиболее распространены известковые разности и в меньшей мере — магнезиальные. Известковые скарны сопровождаются борной минерализацией, представленной боросиликатами и алюмоборосиликатами — данбуритом, аксинитом, датолитом [5]. В подчиненном количестве встречаются магнеиновые и железо-магнеиновые бораты — людвигит, ссайбелиит и флюоборит, преимущественно приуроченные к магнезиальным скарнам и кальцифирам.

Карбонатоборатовая минерализация установлена в апомагнезиальных известковых скарнах, локализующихся в контактовой зоне песчаников и мраморов на глубине около 180 м от дневной поверхности и прослежена по керну скважины в 5-метровом интервале. Главными породообразующими минералами в этой зоне являются кальцит, гранат, магнезиальный хлорит; в меньшем количестве присутствуют форстерит, диопсид, волластонит, магнетит, свабит. Борные минералы — людзигит, ссайбелиит, флюоборит приурочены к участкам кальцифиров и распространены в породе неравномерно. Людвигит образует скопления мелких игольчатых кристалликов, непросвечивающих под микроскопом. Ссайбелиит развивается по карбонатной части породы, а также замещает людвигит. Флюоборит встречается в виде единичных выделений в ассоциации с ссайбелиитом.

Сахаит образует индивидуализированные кристаллы, в шлифах обладающие формами, характерными для минералов кубической сингонии, размером в первые миллиметры, серого цвета, а также сростки этих кристаллов, под микроскопом легко отличающиеся от сопутствующих минералов оптической изотропностью. По отношению к гранату, пироксену и свабиту сахаит является более поздним. Выделения сахаита большей частью подвержены интенсивному гистерогенному изменению, выражающемуся в развитии по нему тончайших прожилков и скоплений ссайбелинита и кальцита.

Боркарит в изученных образцах является преобладающим боратом и слагает около 30—35% их объема. В отличие от боркаритов из Полярной Якутии и Бурятии, обладающих соответственно зеленовато-голубой и светло-коричневой окраской, выделения этого минерала в породах данного месторождения бесцветны. Морфологический характер зерен боркарита здесь аналогичен якутскому и бурятскому. Он образует сростки кристаллов призматического габитуса размером до 5 мм, прозрачные, обладающие шелковистым блеском. Под микроскопом в шлифах боркарит наблюдается в виде крупных изометрических либо удлинённых кристаллов и их радиально-лучистых и субпараллельных сростков, с характерным высоким двупреломлением. Наблюдается развитие боркарита по сахаиту. Выделения боркарита содержат обильную пылевидную вкрапленность магнетита, нередко находятся в тесном прорастании с ссайбелинитом и кальцитом, что крайне затрудняет их исследование.

Подобный характер выделения обоих карбонатоборатов не позволил получить их мономинеральные фракции для химического исследования. Результаты определения оптических свойств и удельных весов сахаита и боркарита из месторождения Саяк-IV в сопоставлении с аналогичными параметрами этих минералов из других месторождений приведены в табл. 1. Как видно из этой таблицы, значения удельного веса и показателя преломления казахстанского сахаита выше аналогичных характеристик для этого минерала из Бурятии и Полярной Якутии и даже несколько превышают соответствующие величины для харкерита [6].

Таблица 1
Свойства сахаита и боркарита

Местонахождение	Сахаит			Боркарит			
	n_o	Показатель преломления n	Удельный вес	—2V в град.	Показатели преломления		Удельный вес
					n_g	n_p	
Полярная Якутия	14,64	1,638—1,641*	2,81*	30±2	1,657—1,660**	1,590—1,594**	2,77**
Бурятия, м-ние Солонго	14,66	1,648—1,650	2,910	27±2	1,641	1,587	2,670
Центральный Казахстан, м-ние Саяк-IV	14,65	1,672	3,00	29±2	1,662	1,591	2,745

Примечание. * — по данным И. В. Островской и соавторов (1966). ** — по данным Н. Н. Перцева и соавторов (1965). Остальные величины по данным авторов. Определения показателей преломления выполнены иммерсионным методом с проверкой иммерсионных жидкостей на рефрактометре. Удельные веса определены методом микроплавка. Значения угла оптических осей измерены на федоровском столике по выходу двух осей.

Вместе с тем по значениям межплоскостных расстояний и их интенсивностей описываемый карбонатоборат из месторождения Саяк-IV идентифицируется именно с сахаитом, а не с харкеритом (табл. 2). Возможно, он является промежуточным членом сахаит-харкеритового ряда, судя по рентгеновской характеристике, — более близким к сахаиту. Ано-

Таблица 2

Межплоскостные расстояния и интенсивности отражений сахайта из месторождения Саяк-IV, Центральный Казахстан

$d\alpha$	I	$d\alpha$	I	$d\alpha$	I	$d\alpha$	I
8,428	4	2,036	2	1,295	8	1,038	2
5,122	8	1,955	3	1,257	1	1,028	1
3,313	4	1,897	2	1,246	1	1,000	2
3,101	2	1,823	9	1,160	8	0,9824	10
2,975	2	1,723	2	1,135	1	0,9804	4
2,575	10	1,689	3	1,1075	6		
2,449	1	1,563	1	1,082	6		
2,105	9	1,498	8	1,060	7		

Примечание. Анализ произведен в рентгеновской лаборатории ВИМС (аналитик Н. И. Чернова). Условия съемки: камера $D=57,3$ мм, $\text{FeK}\alpha_{\text{в}}$ -излучение, напряжение 35 кВ, сила тока 10 мА. Интенсивность отражений оценивалась визуально по 10-балльной шкале.

малии в значениях показателя преломления и удельного веса минерала, вероятно, связаны с особенностями его состава, требующего специального исследования.

Показатели преломления и удельный вес казахстанского боркарита близки к таковым для боркарита из Полярной Якутии. Как видно из табл. 1, по оптическим свойствам и удельному весу боркарит из Казахстана близок полярно-якутскому; дебаеграммы их практически идентичны.

Новые находки сахайта и боркарита подтверждают высказанное ранее предположение о широком распространении в природе эндогенных карбонатоборатов. Интересно, что каждое новое проявление этих минералов вскрывает их своеобразные черты, что свидетельствует о многообразии форм выделения этих минералов. С другой стороны, геологическая позиция и минеральные парагенезисы боратов, карбонатоборатов и ассоциирующих с ними минералов в новом проявлении в целом аналогичны предшествующим. Представляется не случайным присутствие в ассоциациях с боратами и карбонатоборатами в данном месторождении довольно редкого минерала — свабита [2]. Это свидетельствует об идентичности в целом условий формирования борной минерализации, связанной с апомагнезиальными известковыми скарнами в различных регионах. Установление карбонатоборатов в скарнах месторождения Саяк-IV, относимого по минеральному составу к волластонитовой фации глубинности, подтверждает сделанный ранее вывод [4] об образовании минералов этой группы в широком диапазоне глубин гипабиссальной фации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ли Дон. О боркарите в Холдоне.— Чеч-жинь гва чирь, 1966, 7, № 3 (корейск. резюме на русск. яз.).
2. Малинко С. В., Румянцев Г. С., Сидоренко Г. А. Свабит из контактово-метасоматических месторождений Сибири и Урала.— Докл. АН СССР, 1966, 166, № 5.
3. Малинко С. В., Цыденова Д. Э. О новом типе эндогенных борных руд.— Разведка и охрана недр, 1970, № 9.
4. Малинко С. В., Кузнецова Н. Н., Юркина К. В. Боркарит из Солонго, его парагенезисы, состав и свойства.— В кн.: Новые данные о минералах СССР, вып. 26. «Наука», 1976.
5. Мельницкая Е. Ф. Минеральный состав боросиликатных руд месторождения скарнового типа.— В кн.: Промышленность горнохимического сырья, вып. 2, 1975.
6. Островская И. В., Перцев Н. Н., Никитина И. Б. Сахайт — новый карбонатоборат кальция и магния.— Зап. Всесоюз. минер. о-ва, ч. 95, вып. 2, 1966.
7. Перцев Н. Н., Островская И. В., Никитина И. Б. Новый минерал — боркарит.— Зап. Всесоюз. минер. о-ва, ч. 94, вып. 2, 1965.