

месторождений расположены в основном среди известняков и значительно ниже слабо развитой зоны окисления<sup>1</sup>. Тем самым исключается возможность образования глинистых минералов за счет разрушения первичных алюмосиликатов. Примеры гипогенного образования глинистых минералов в природе не так уж редки. В своеобразных грейзенах Дорова-Бабайя (Северная Нигерия) установлен гидротермальный каолинит, в ртутных месторождениях в ассоциации с киноварью довольно часто встречается диккит (Никитовка, УССР) [2], нередок в природе и гидротермальный сапонит. Судя по литературным данным, в гипогенных условиях чаще образуются минералы группы каолинита, чем минералы группы монтмориллонита. Однако и для последних известны подобные примеры. Так, в золото-серебряных гидротермальных жилах месторождения Сайгоши (Япония) установлен бейделлит [3], гипогенный монтмориллонит вместе с каолинитом развит в зонах интенсивной серицитизации кварцитовидных песчаников на контакте гидротермальных жил с кварцем (Памир) [2], известно образование монтмориллонита, а также нонтронита из низкотемпературных гидротермальных растворов в районе действия вулканов [2, 4]. В полиметаллических месторождениях гипогенный хлорит-монтмориллонитовый минерал отмечается впервые.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дриц В.А., Сахаров Б.А. Рентгеноструктурный анализ смешанослойных минералов. — Тр. ГИН. М.: Наука, 1976, вып. 295.
2. Годовиков А.А. Минералогия. М.: Недра, 1975. 291 с.
3. Nagasawa Kenusuke, Noro Harufumi, Ito Masa-hario. Beidellite from the Scigoshe mine, Shezuoka Prefecture. — I. Japan Miner., 1981, vol. 10, N 5.
4. Haymon Rachel M., Kastrener Miriam. Hot spring deposit an the East Pacific Riss at 21°n, preliminary description of mineralogy and genesis. — Earth and planet Sci. Gett., 1981, vol. 53, N 3.

УДК 549.324.64

Р.А. ВИНОГРАДОВА, Е.П. ЗАХАРОВ, Г.А. КРУТОВ

### АЛЛОКЛАЗИТ ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ХОВУ-АКСЫ (Тувинская АССР)

Природное соединение CoAsS образует две полиморфные модификации: 1) кубическую — хорошо известный и распространенный кобальтин и 2) моноклинную (псевдоромбическую) — сравнительно недавно достоверно определенный и менее распространенный аллоклазит [1, 2]. Кобальтин и аллоклазит отчетливо различаются по рентгеновской картине [3], а при исследовании под микроскопом в отраженном свете — по оптическим свойствам, в частности по характеру спектров отражения [4, 5]. Различна и микротвердость этих минералов, более высокая у кобальтина.

В ряду FeAsS — CoAsS (арсенопирит — данаит — глаукоdot — аллоклазит) аллоклазит является богатым кобальтом членом. Соотношение Co:Fe в минерале отвечает 65:35 — 100:0, что соответствует содержанию Co от 23 до 35 вес. % при содержании изоморфной примеси Fe меньше 12 вес.%. Изоморфная примесь Ni менее характерна. Содержание ее обычно не превышает 1—1,5 вес.% и лишь в единичных случаях достигает 7—8,8 вес.% [6].

Аллоклазит обнаруживается в составе кобальт-никелевых руд различных месторождений мира [1]. Известны как самостоятельные его выделения, так и

<sup>1</sup> Исключение составляет месторождение Верхнее.

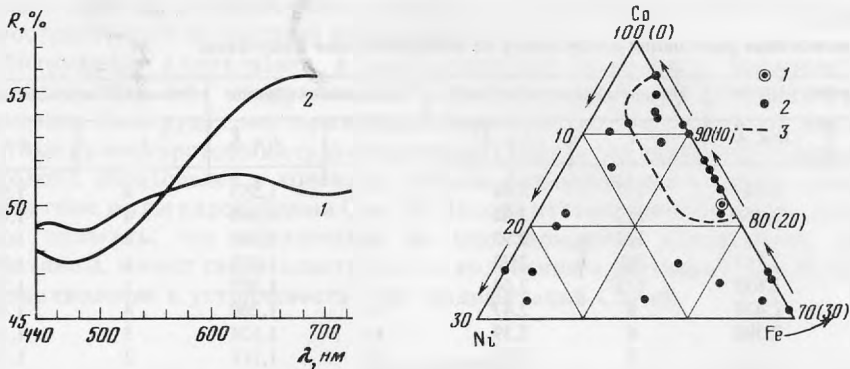


Рис. 1. Спектры отражения аллоклазита (1) из месторождения Хову-Аксы и кобальтина (2), по [5]  
 Рис. 2. Соотношение между Co, Fe, и Ni (в ат.%) в составе природного аллоклазита  
 1 — состав аллоклазита из месторождений Хову-Аксы; 2 — состав аллоклазита из месторождений СССР и других регионов [1, 2]; 3 — контуры поля наиболее распространенных в природе составов кобальтина

совместные зональные образования с арсенопиритом, данаитом и глаукодом. Нередко в ассоциации с аллоклазитом присутствует кобальтин.

В СССР аллоклазит впервые достоверно диагностирован и описан в Дашкесанском и Абаканском железорудных месторождениях в составе поздней кобальтовой минерализации [4, 7, 8]. Судя по составу и рентгеновской картине, к аллоклазиту следует также относить "высококобальтистый глаукодом" [9] и "структурную разновидность кобальтина", или "ортокобальтин" [10—12], описанных в ряде месторождений Тувинской АССР.

Новая находка аллоклазита установлена в мышьяково-кобальт-никелевом месторождении Хову-Аксы в Тувинской АССР. Минерал обнаружен на Северном участке месторождения в керне скважины N 847, взятом с глубины 460 м. Вкрапленность зерен аллоклазита размером 0,5—1 мм наблюдалась в кальцитовом прожилке, секущем скарнированные породы вблизи жилы N 157. Наряду с аллоклазитом, но изолированно от него, в кальцитовом прожилке присутствовали также редкие мелкие зерна халькопирита.

В отраженном свете аллоклазит кремово-белый, двуотражение незаметно. Зерна его имеют идиоморфную или неправильную форму, иногда корродированы и замещаются халькопиритом. В скрещенных николях аллоклазит заметно анизотропен от розовато-фиолетового до зеленовато-желтого. Отдельные зерна в скрещенных николях обнаруживают двойникование как у марказита. Спектр отражения минерала (табл. 1, рис. 1) отличен от такового кобальтина и близок к спектру отражения аллоклазита из месторождения Бу-Аззер [5]. Микротвердость аллоклазита, измеренная на разноориентированных зернах (10 замеров) при нагрузке 100 Г на приборе ПМТ-3, тарированном по NaCl, колеблется в пределах

Таблица 1

Значения коэффициентов отражения  $R$  аллоклазита из месторождения Хову-Аксы в интервале спектра 440—700 нм

$\lambda$ , нм	$R$ , %	$\lambda$ , нм	$R$ , %	$\lambda$ , нм	$R$ , %	$\lambda$ , нм	$R$ , %
440	49,0	520	49,7	600	51,1	680	50,3
460	49,0	540	50,2	620	51,3	700	50,3
480	48,6	560	50,5	640	51,0		
500	49,0	580	51,0	660	50,8		

Измерения выполнены в оптической лаборатории ЦНИГРИ Л.И. Бочек на приборе ФМЭ-1 (этalon — кремний, зонд 0,02 мм, объектив 21×0,40).

Таблица 2

Межплоскостные расстояния аллоклазита из месторождения Хову-Аксы

Изучавшийся образец		Эталонный аллоклазит, по [3]		Изучавшийся образец		Эталонный аллоклазит, по [3]	
<i>l</i>	<i>d/n</i> , Å	<i>l</i>	<i>d/n</i> , Å	<i>l</i>	<i>d/n</i> , Å	<i>l</i>	<i>d/n</i> , Å
1	3,60	1/2	3,58	2	1,553	4	1,546
1	3,05	1/2	3,02	3	1,490	4	1,488
—	—	1/2	2,93	2	1,388	4	1,397
10	2,745	10	2,75	1	1,238	1	1,238
1	2,638	1/2	2,64	1	1,222	1	1,219
10	2,471	8	2,47	4	1,200	4	1,199
7	2,398	6	2,39	4	1,124	5	1,124
—	—	2	2,31	2	1,111	2	1,112
1	2,141	2	2,13	1	1,095	3	1,090
2	2,010	1	2,02	1	1,080	1/2	1,076
2	1,970	3	1,961	2	1,064	3	1,065
8	1,821	10	1,816	2	1,040	2	1,039
1	1,785	1	1,783	4	1,024	4	1,023
3	1,740	1	1,732	3	1,014	4	1,016
3	1,649	4	1,640	4	0,993	5	0,993
2	1,588	3	1,580	4	0,983	6	0,983

Камера РКД-57, Fe-излучение.

Таблица 3

Состав аллоклазита из месторождения Хову-Аксы (по данным электронно-зондового анализа)

Анализ	Содержание, вес. %						Кoeffициенты в формуле					Отноше- ние As/S
	Co	Fe	Ni	As	S	Сумма	Co	Fe	Ni	As	S	
1	31,0	5,40	0,35	44,6	20,2	101,55	0,851	0,156	0,010	0,963	1,019	0,95
2	30,4	6,44	0,25	42,4	21,8	101,29	0,823	0,184	0,007	0,903	1,084	0,83
3	29,9	5,77	0,31	43,8	20,5	100,28	0,827	0,168	0,009	0,953	1,043	0,91
4	28,7	6,25	0,88	44,4	20,5	100,73	0,792	0,182	0,024	0,963	1,039	0,92
5	30,0	5,96	0,45	43,8	20,8	101,01	0,822	0,172	0,012	0,945	1,048	0,90

(сред-  
нее)

Пр и м е ч а н и е. Анализ выполнен Н.С. Рудашевским на микросонде MS-46 фирмы Cameca. Условия анализа: 20 кВ, 20 мА, диаметр зонда 1 мкм, эталоны — чистые металлы (Co, Ni, Fe), пирит (на S), искусственные GaAs и InAs (на As).

535—690 КГС/мм<sup>2</sup>. Полученные значения сопоставимы с имеющимися данными по микротвердости минерала из месторождений Дашкесанского, Абаканского и Бу-Азер [4, 5, 7], и все вместе показывают, что микротвердость аллоклазита ниже микротвердости арсенипирита и кобальтина [13]. Из стандартных реактивов на минерал в аншлифе действует только HNO<sub>3</sub>, которая вызывает побурение или потускнение его полированной поверхности. При этом зональность или иная неоднородность в зернах не выявлялась.

Рентгенограмма изучавшегося аллоклазита близка к эталонной (табл. 2) и отлична от таковой кобальтина [3].

Состав аллоклазита из месторождения Хову-Аксы (средние данные электронно-зондового анализа по 4 точкам) отвечает формуле (Co<sub>0,822</sub>Fe<sub>0,172</sub>Ni<sub>0,012</sub>)<sub>1,007</sub>As<sub>0,945</sub>Si<sub>1,048</sub> (табл. 3). При содержании Co в 30 вес. % в минерале устанавливаются изоморфные примеси Fe (5,96 вес. %) и Ni (0,45 вес. %). Отношение As/S в нем составляет 0,9, что отражает незначительный избыток S и дефицит As в анионной части. На треугольной диаграмме составов (рис. 2) изученный аллоклазит отвечает наиболее распростра-

ненным в природе составам этого минерала и попадает в поле обычного (наиболее распространенного по составу) кобальтина [1, 2].

Обнаружение аллоклазита в месторождении Хову-Аксы пополняет список установленных в нем минералов [14] и выявляет еще одну минеральную форму нахождения Co в рудах месторождения. Вероятнее всего аллоклазит, как и другие известные на месторождении сульфоарсениды (кобальтин, герсдорфит, арсенопирит, глаукоdot), образовался в конечную стадию формирования скарнов, вмещающих карбонатные жилы с арсенидами Co и Ni. Исходя из экспериментальных данных [15], можно полагать, что образование на месторождении аллоклазита, наряду с кобальтином, может свидетельствовать о колебании в растворах As и S, что влияет на возникновение и устойчивость этих модификаций CoAsS.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Боришанская С.С., Виноградова Р.А., Крутов Г.А.* Минералы никеля и кобальта. М.: Изд-во МГУ, 1981.
2. *Виноградова Р.А., Крутов Г.А.* О сульфоарсенидах кобальта, никеля и железа (состав, структурные особенности, свойства, номенклатура). — В кн.: Новые данные о минералах СССР, вып. 28. М.: Наука, 1979.
3. *Berry L.G., Thompson R.M.* X-ray powder data for ore minerals: the Peacock atlas. — Geol. Soc. Amer., 1962, vol. 85.
4. *Рудашевский Н.С.* и др. Минералы ряда FeAsS—CoAsS (на примере Абаканского железорудного месторождения). — В кн.: Минералы и парагенезисы минералов эндогенных месторождений. Л.: Наука, 1975.
5. *Крутов Г.А., Виноградова Р.А., Рудашевский Н.С.* Аллоклазит в рудах никель-кобальтовых месторождений района Бу-Аззер (Марокко). — Изв. АН СССР. Сер. геол., 1976, N 12.
6. *Виноградова Р.А., Крутов Г.А., Рудашевский Н.С.* О разновидности никелевого аллоклазита. — Докл. АН СССР, 1975, т. 222, N 5.
7. *Боришанская С.С., Крутов Г.А., Махмудов А.И.* Аллоклазит из Южно-Дашкесанского железорудного месторождения (Азерб. ССР). — Докл. АН СССР, 1965, т. 161, N 5.
8. *Махмудов А.И.* Минералы кобальта в рудах Северо-Западного железорудного участка Дашкесанского месторождения (Азерб. ССР). — Учен. зап. Азерб. ун-та. Сер. геол.-геогр. наук, 1973, N 3.
9. *Шишкин Н.Н.* О высококобальтистой разновидности глаукоdotа. — Зап. Всес. минер. об-ва, 1962, ч. 91, вып. 1.
10. *Полушкина А.П., Сидоренко Г.А.* Структурная разновидность кобальтина. — Докл. АН СССР, 1963, т. 153, N 6.
11. *Шишкин Н.Н.* Не ромбическая разновидность кобальтина, а высококобальтистый глаукоdot (по поводу статьи Полушкиной и Сидоренко "Структурная разновидность кобальтина"). — Зап. Всес. минер. об-ва, 1965, ч. 94, вып. 4.
12. *Поваренных А.С.* Кристаллохимическая классификация минеральных видов. Киев: Наук. думка, 1966.
13. *Лебедева С.И.* Микротвердость минералов. М.: Недра, 1977.
14. *Шишкин Н.Н.* и др. Новые данные по Ховуаксинском месторождении. — Тр. ин-та Гипроникель, 1967, т. 35.
15. *Maurel C., Picot P.* Stabilité de l'allocalosite et de la cobaltite dans les systèmes Co—As—S et Co—Ni—As—S. — Bull. Soc. franc. minér. et cristallogr., 1974 (1975), vol. 97.