

8. Hurlbut C.S., Aristarain L.F. Olsacherite,  $Pb_2(SO_4)(SeO_4)$ , a new mineral from Bolivia // Amer. Miner. 1969. Vol. 54, N 11/12. P. 1519-1527.
9. Mandarino J.A. Molybdomenite from the Ranwick Uranium Mine, Montreal River Area, Ontario // Canad. Miner. 1965. Vol. 8. P. 149-158.

УДК 549.73+552.322.2(574.4)

А.В.Волошин, Я.А.Пахомовский, А.Ю.Бахчисарайцев

О КАРИБИБИТЕ И ШНАЙДЕРХЁНИТЕ  
ИЗ ПЕГМАТИТОВ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА  
(первые находки в СССР)

Карибидит - сложный оксид железа и мышьяка - описан О.Кноррингом в 1973 г. как новый минерал, который был обнаружен им в виде коричневатожелтых волокнистых агрегатов в краевой части массивных обособлений леллингита в образцах из пегматитов Карибид, Намибия [ 4 ]. Ранее, в 1971 г. [ 3 ], этот минерал характеризовался им как арсенат железа. При описании карибидита О.Кнорринг со ссылкой на устное сообщение А.Като упоминает о находке подобного минерала в пегматитах Японии, Киура Майн, описанного как "арсенит железа" [ 4 ].

В 1973 г. были приведены данные по другому сложному оксиду железа и мышьяка, шнайдерхёниту, найденному в образцах из глубоких горизонтов зоны окисления известного полиметаллического месторождения Цумеб, Намибия [ 6 ].

Позднее карибидит в ассоциации со шнайдерхёнитом и другими вторичными арсенатами железа и кальция (скородитом и арсеносидеритом) был обнаружен в зонах изменения леллингита месторождения Бу-Аззер, Марокко [ 7 ]. Та же тесная ассоциация карибидита и шнайдерхёнита характерна и для находок этих минералов в пегматитах Бразилии, Минас-Жерайс, Урукум [ 1 ].

Нами карибидит и шнайдерхёнит обнаружены в виде поздних образований по леллингиту в полевошпат-мусковитовой зоне гранитных пегматитов Восточного Казахстана. Леллингит образует обособления неправильной формы размером в несколько сантиметров среди кварца и полевого шпата. Краевая зона таких выделений сложена плотным шнайдерхёнитом черного или буровато-черного цвета, в котором леллингит сохраняется частично в виде реликтов. Макроскопически кристаллическое строение этого черного минерала не видно, но в растворовом электронном микроскопе отчетливо проявляется пластинчатое строение индивидов шнайдерхёнита (рис. 1).

Карибидит образует оранжево-желтые корочки волокнистого строения и тонкие прожилки в краевой части шнайдерхёнита, являясь, по всей видимости, самым поздним минералом. Морфология его агрегатов показана на рис. 1, б. Сравнение наших наблюдений с приведенными растровыми микроскопическими снимками в ранних работах по карибидиту и шнайдерхёниту позволяет сделать вывод об однотипности морфологии этих минералов из гранитных пегматитов разных регионов мира.

Химический состав карибидита и шнайдерхёнита из Восточного Казахстана, выполненный методом локального рентгеноспектрального анализа на микроанализаторе МС-46 "Самеса", представлен в табл. I, где для сравнения приве-



Рис. 1. Морфология выделений минералов

а - кристаллов шнайдерхенита, РЭМ, увел. 440; б - выделений кариббита, РЭМ, увел. 1200

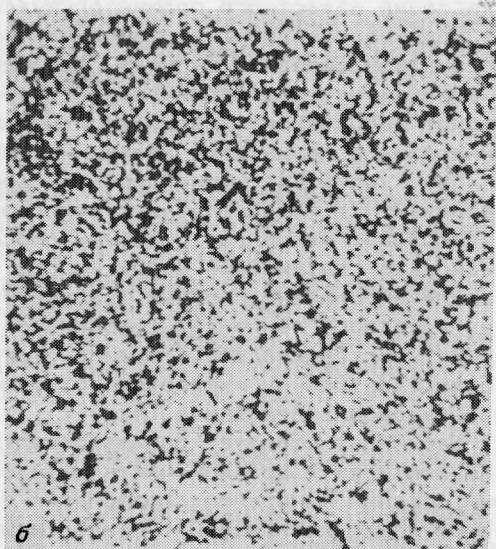


Рис. 2. Растровые картины участка шлифа в отраженных электронах ( $e^-$ ) (а) и характеристическом излучении мышьяка (б)

Основная масса - кариббит, пластинчатые кристаллы - шнайдерхенит, белое - реликты леллингита. Увел. 240

Таблица I

Химический состав (в мас.%) карибибита и шнайдерхёнита

Минерал, месторождение	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Сумма	Источник
Карибибит					
Восточный Казахстан	28,78		70,52	99,30	Наши данные
Карибиб, Намибия	29,1		68,8	99,8* <sup>2*</sup>	[ 4 ]
Урукум, Минас-Жерайс, Бразилия	28,69		71,14	100,11	
Шнайдерхёнит					
Восточный Казахстан		36,25	62,23	98,48	Наши данные
Цумб, Намибия		35,89	62,17	99,36 <sup>3*</sup>	[ 6 ]
Урукум, Минас-Жерайс, Бразилия		36,01	63,84	100,00 <sup>4*</sup>	[ 1 ]

4\* Включая 1,9 H<sub>2</sub>O. 2\* Включая 0,28% H<sub>2</sub>O. 3\* Включая Ge 0,37, Zn 0,93%.  
Включая 0,15% H<sub>2</sub>O.

дены и все известные анализы этих редких минералов железа и мышьяка. Карибибит и шнайдерхёнит характеризуются высокой степенью однородности, как это видно на растровых картинах в отраженных электронах (рис. 2), и не содержат примесных элементов в своем составе.

Если состав карибибита отчетливо рассчитывается на установленную для него формулу Fe<sub>2</sub>As<sub>4</sub>O<sub>9</sub> и эмпирическая формула казахстанского образца Fe<sub>2,01</sub>As<sub>3,99</sub>O<sub>9</sub> почти отвечает идеальной, то относительно расчета формулы шнайдерхёнита необходимы дополнительные пояснения. В первом описании минерала для него предложена формула, включающая все железо в закисной форме: Fe<sub>8</sub>As<sub>9</sub>O<sub>23</sub> [ 6 ]. Проведенные структурные исследования Б.Нубер [ 5 ] показали, что часть железа в минерале находится в окисной форме, и была предложена формула минерала в виде Fe<sub>2</sub><sup>2+</sup>Fe<sub>6</sub><sup>3+</sup>As<sub>10</sub><sup>3+</sup>O<sub>26</sub>. Исследование структуры шнайдерхёнита, проведенное позднее Ф.Хауторн [ 2 ], подтвердило, что соотношение между закисным и окисным железом в шнайдерхёните равно 1:3, как и в работе [ 5 ], а формула минерала в упрощенном виде: Fe<sub>2</sub><sup>2+</sup>Fe<sub>3</sub><sup>3+</sup>As<sub>5</sub><sup>3+</sup>O<sub>13</sub>. Действительно, в сумме анализа минерала, принимая все железо в закисной форме, отмечается некоторый дефицит как для нашего образца из Восточного Казахстана, так и для других приведенных в литературных источниках, где дефицит суммы анализа списывался на содержание воды в минерале. Расчет эмпирической формулы шнайдерхёнита на суммарное железо приводит к хорошей согласованности, и формула имеет вид Fe<sub>4,01</sub>As<sub>4,99</sub>O<sub>13</sub>, однако количество железа в закисной и окисной форме, по-видимому, не строго соответствует 1:3, а несколько изменяется в этих пределах.

Результаты рентгенометрического изучения карибибита из Восточного Казахстана показали его идентичность результатам, приведенным в литературе по этому минералу (табл. 2). Рассчитанные параметры элементарной ячейки

Таблица 2

Межплоскостные расстояния (в Å) карибита

I				2		3	
I	d	hkl		I	d	I	d
2	7,1	101	400	5	6,96	2	7,08
6	6,4	201	110	40	6,35	37	6,42
5	5,4	310		30	5,35	25	5,40
5	4,84	011		20	4,76	33	4,73
5	4,67	600		30	4,65		
I	4,33	311					
I	4,03	411					
I	3,73	610					
I	3,63	510	002				
5	3,50	800	202	50	3,496	68	3,525
7	3,38	710	302	20	3,377	53	3,401
				25	3,262	28	3,302
8	3,17	220	012	80	3,176	93	3,186
10	3,10	810		70	3,088	80	3,100
7	3,07	320		30	3,040		
				5	2,968		
2	2,932	121	221	5	2,910		
5	2,811	520	910	80	2,802	80	2,822
5	2,684	620	702	45	2,672	68	2,698
2	2,627	521					
I	2,510	621	802				
7	2,408	122					
8	2,389	103	222	100	2,384	100	2,388
7	2,363	203					
I	2,257	821	013				
2	2,109	330		15	2,110	41	2,227
I	2,033	331					
I	1,990	822					
2	1,919	1401				36	1,949
3	1,816	1003					
2	1,749	1122		30	1,748	32	1,743
				15	1,729		
I	1,652	1130					
3	1,557	904		30	1,556		
2	1,527	1330					
3	1,442	1431		20	1,438		

Примечание. I - Восточный Казахстан; 2 - Карибиб, Намибия [4];  
3 - Урукум, Бразилия [1]. Условия съемки: камера РКУ 114,6 мм, Fe-излучение.

минерала близки таковым из других месторождений:

	Восточный Казахстан	Карибиб, Намибия [ 4 ]	Урукум, Минас-Жерайс, Бразилия [ 1 ]
a	27,91(2)	27,91	28,11
b	6,530(7)	6,53	6,40
c	7,203(9)	7,20	7,49

Первое описание шнайдерхёнита содержало рентгенограмму порошка минерала с малым числом линий. Хотя наш образец диагностировался однозначно, тем не менее рентгенограмма порошка шнайдерхёнита из Восточного Казахстана содержит значительно большее число линий. Описание шнайдерхёнита из Марокко [ 7 ] сопровождается также полной рентгенограммой по этому минералу, которая хорошо согласуется с нашими данными (табл. 3).

Таблица 3

Межплоскостные расстояния (в Å) шнайдерхёнита

1		2		3		4		
I	d	I	d	I	d	I	d	hkl
						10	8,11	010
4	<8,1					10	7,923	011
						5	7,541	-101
10	7,3	100	7,25	100	7,37	100	7,267	100
I	5,0					5	5,020	11 -1
						5	4,771	111
2	4,56	30	4,420	7	4,48	10	4,532	-110
						5	4,422	-201
						5	4,310	121
5	4,16	30	4,099	15	4,15	70	4,143	21 -1
						5	4,010	210
4	3,95	30	3,896	13	3,93	60	3,926	-121
I	3,75					30	3,771	-202
						10	3,685	-211
4	3,64	100	3,583	100	3,64	80	3,641	200
I	3,59							220
3	3,37	80	3,320	15	3,35	80	3,354	002
I	3,29					40	3,297	12 -1
						40	3,209	032
3	3,15	70	3,117	22	3,15	80	3,150	122
I	3,10					40	3,102	11 -2
I	3,02					30	3,015	-123
8	2,971					100	2,965	-132
						40	2,937	1 -11
9	2,920	100	2,891	43	2,92	100	2,910	-302
5	2,832	30	2,799	14	2,82	60	2,826	230
3	2,761	30	2,727	13	2,74	60	2,751	023
2	2,703					40	2,690	32 -1
I	2,624	100	2,598	22	2,62	40	2,626	201
						10	2,599	-103
						10	2,550	-311

Таблица 3 (окончание)

1		2		3		4		
I	d	I	d	I	d	I	d	hkl
						5	2,503	-313
5	2,451					30	2,450	-233
						40	2,433	142
						50	2,416	300
2	2,372	90	2,399	42	2,42	10	2,357	041
2	2,320	10	2,341			20	2,316	241 043
2	2,282	10	2,304			30	2,271	321 -313
3	2,221	80	2,255	14	2,27	5	2,236	003 1 -30
		80	2,202			50	2,217	-402
2	2,160	50	2,159			20	2,175	-231
1	1,862							
3	1,749							
1	1,689							
1	1,628							
3	1,613							
3	1,599							
2	1,551							
1	1,511							
3	1,478							
1	1,401							

Примечание. 1 - Восточный Казахстан; 2 - Цумеб, Намибия [ 6 ]; 3 - Урукум, Бразилия [ 1 ]; 4 - Марокко [ 7 ]. Условия съемки: камера РКУ ИИ4,6 мм, Fe-излучение.

Образование шнайдерхёнита и карибита связано с изменением первичного арсенида железа - леллингита в гранитных пегматитах в условиях повышенного окислительного потенциала, которое выразилось в постепенном переходе закисной формы железа в окисную с образованием ряда леллингит-шнайдерхёнит-карибит. В других пегматитах (Карибит, Намибия; Урукум, Бразилия) в условиях дальнейшего окисления и мышьяка с переходом его в высшую валентность этот ряд дополняется арсенатами железа.

Образец со шнайдерхёнитом и карибитом из пегматитов Восточного Казахстана находится в коллекции Минералогического музея им. А.Е.Ферсмана АН СССР.

#### Литература

1. Cassedanne J.P., Cassedanne J.O, Carvatho H.F. Lollingite, uraninite et produits de leur alteration dans la pegmatite de l'Uru-cum (Minas Gerais) // Ann. Acad. brasil. cienc. 1986. Vol. 58, N 2. P. 249-266.
2. Hawthorne F. Schneiderhohnite  $Fe^{2+}Fe_3^{3+}As_5^{3+}O_{13}$  a density packed arsenite structure // Canad. Miner. 1985. Vol. 23, N 4. P. 675-679.
3. Knorring O.V. Notes on minerals from the Karibib area in the South West Africa // Univ. Leeds Res. Inst. Afr. Geol. Annu. Rev. 1971. N 15. P.63.
4. Knorring O.V., Sahama T.G., Rehtijarvi P. Karibibite, a new

FeAs mineral from South West Africa // Lithos. 1973. Vol. 6, N 3. P. 265-271.

5. Nuber B. Das neue Mineral Schneiderhohnite, ein Eisen-Arsen-Oxid von Tsumeb, seine Erzparagenese und Kristallstruktur: Diss. Heidelberg, 1975. 80 S.
6. Ottemenn J., Nuber B., Geier B.H. Schneiderhohnite, ein natürliches Eisen-Arsen-Oxid aus der Tiefen Oxidationzone von Tsumeb // Neues Jb. Miner. Monatsh. 1973. H. 11. S. 517-523.
7. Scmetzer K., Tremmel G., Bartelke W. Eine Paragenese seltener Minerale aus Bou-Azzer, Marokko: Parasymplesit, Symplesit, Schneiderhöhnit, Karibibit // Neues Jb. Miner. Abh. 1980. Bd. 138, H. 1. S. 94-108.

УДК 549.5

М.Д.Дорфман, А.В.Сивцов, А.И.Цепин  
ПЕРВАЯ НАХОДКА КОРОНАДИТА В МОНГОЛИИ

На территории северо-западной части Южно-Гобийского аймака, в районе сомона Мандал-Обо на юге Монголии, среди разнообразного комплекса пород мезозоя - эффузивов, субвулканических интрузивных и эффузивных пород, карбонатно-силикатных пирокластов и тесно связанных с ними серий карбонатитов Мушугай-Худука [ 2 ] встречается дайка карбонатитов своеобразной глобулярной текстуры, в которой установлен довольно редкий минерал коронадит. Дайка резко выделяется формой обнажения среди равнинных четвертичных отложений. Внешне она напоминает развалины древней стены. Это своеобразное крутопадающее тело размером около 5x1,5 м при высоте до 3 м. По простиранию оно резко обрывается и далее не прослеживается. В непосредственном контакте с одной из сторон дайки наблюдаются небольшие прожилки целестина, минерала, характерного для многих жильных карбонатитовых тел Мушугай-Худука.

Глобули, в которых установлен коронадит, бурого цвета. Диаметр их от 1,5 до 1,2 см. Цементированы они плотным светло-серым цементом (рис. 1). Контакт этих округлых тел с цементом резкий, но иногда края их рассечены мелкими выклинивающимися к центру трещинками, выполненными мелкозернистым доломитом. Сами глобули обладают слабо выраженной концентрической зональностью, которая не очень четко и не повсеместно проявляется в чередовании полос бурой окраски разной интенсивности. Ядро некоторых таких образований нередко состоит из мономинерального светло-серого доломита.

Химический состав глобуль приведен в табл. 1. Обращает на себя внимание высокий процент кремнезема, который, как установлено рентгеновским анализом, отвечает структуре кварца.

Коронадит приурочен только к глобулям. В них он наблюдается в виде мелких разрозненных неправильной формы зерен размером не более 1 мм в по-

1 Кварц в глобулях установлен после растворения доломита в слабой соляной кислоте. Минерал настолько тонкодисперсный, что в смеси с бурыми окислами железа неразличим даже под микроскопом.