

ЛИТЕРАТУРА

1. Барабанов В.Ф. Минералогия вольфрамитовых месторождений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1975. Т. 2. 60 с.
2. Иванова Г.Ф., Игнатенко К.И., Кононова Н.Н. и др. Распределение железа и марганца в вольфрамитах (по микрорентгеноспектральным данным) // Геохимия. 1981. № 2. С. 178.
3. Копыгина В.В. О возможности изучения рудных минералов под микроскопом в инфракрасном свете // Минеральное сырье. 1961. Вып. 3. С. 79.

УДК 549.02:549.643.23

И.М. ГРИГОРЬЕВ, А.С. АВДОНИН, И.С. НАУМОВА

• НОВЫЕ ДАННЫЕ О ГОЛУБОМ АМФИБОЛЕ – РИХТЕРИТЕ ИЗ ИРНИМИТА

В 1965–1966 гг. С.Г. Туркиным, Э.Л. Школьниковым и В.Н. Борисовым в междуречье рек Ири и Ними (Хабаровский край) было открыто месторождение нового высококачественного декоративного цветного камня, получившего позднее название "ирнимит".

Месторождение стратиграфически приурочено к нижней части яшмовой толщи улигданской свиты (Pt₁), залегающей в основании пород спилито-жератофировой формации. Ирнимит слагает линзообразные тела протяженностью 10–40 м при мощности 6–8 м в толще серых и сюргучных яшм.

По составу ирнимит представляет собой массивный микрокварцит, окрашенный в серо-розовые, красные, вишневые цвета. Структура микрокварцита массивная, тонко-мелкокристаллическая, гранобластовая. Главные породообразующие минералы – кварц (80–90%), альбит (5–10%), второстепенные – минералы семейства эпидот–цоизит, точнее не определенные из-за малых размеров (менее 0,01 мм), акцессорные – титанит, гранат.

Высокие декоративные свойства ирнимиту придают черные прожилки, сложенные браунитом и гаусманитом, мощностью от нескольких миллиметров до 1–2 см, и ветвящиеся прожилки, сетчатые зоны, пятна голубого до лазоревого цвета, мощностью от 1–2 мм до 10–15 см, образованные кварцем с ярко-голубым игольчатым амфиболом, определенным нами как минерал группы рихтерита. Кварц в голубых прожилках бесцветный, водяно-прозрачный, образует изометричные, реже удлиненные зерна размером до 0,3–0,4 мм. Окраску прожилкам придает голубой рихтерит, встречающийся в виде длиннопризматических, игольчатых кристаллов (с соотношением длины к толщине 1:10–1:15) размером до 0,5–0,7 мм по длинной оси. Его содержание сильно колеблется даже в пределах одного прожилка. В участках, где наблюдается скопление голубого рихтерита, он образует параллельные, веерообразные сростки, радиально-лучистые агрегаты размером до 1–1,5 мм (рис. 1). Мощность прожилков кварца с голубым рихтеритом обычно колеблется в пределах от 1 до 7 мм, иногда достигает 1–1,5 см.

Контакты прожилков кварца с микрокварцитом довольно резкие. На границе с прожилками микрокварцит, как правило, претерпевает слабую перекристаллизацию, выражающуюся в осветлении породы и некотором укрупнении зерен кварца. Мощность измененного микрокварцита обычно такая же или чуть больше мощности прожилков. Вблизи прожилков (в перекристаллизованной зоне) микрокварцит содержит мелкие (0,1–0,2 мм по длинной оси) игольчатые кристаллы голубого рихтерита (рис. 2), пронизывающие зерна кварца и альбита. Количество голубого рихтерита в микрокварците зависит от содержания его в прожилке и уменьшается по направлению от контакта.



Рис. 1. Сноповидные агрегаты голубого рихтерита в кварцевом прожилке. Без анализатора, увел. 90

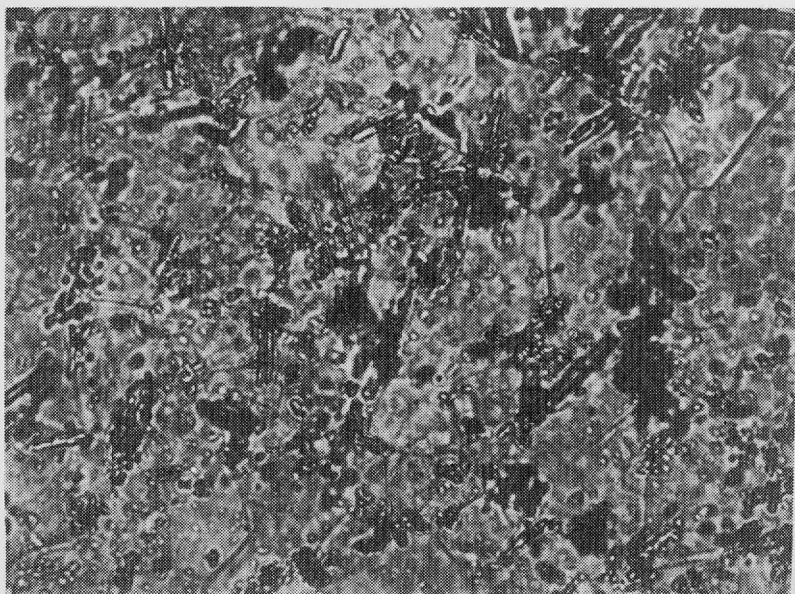


Рис. 2. Кристаллы голубого рихтерита в микрокварците. Без анализатора, увел. 72

Т а б л и ц а 1

Химический состав голубого рихтерита

Оксиды	Зерно			Среднее из трех анализов	Формульные коэффициенты*	Теоретическая формула**	Анализы рихтерита из [2]	
	1	2	3				пределы колебаний	среднее из 12 анализов
SiO ₂	59,3	59,1	58,9	59,1	8,02	8,02	52,67–58,88	54,96
TiO ₂	0,01	0,01	0,01	0,01	—	—	0–3,54	0,56
Al ₂ O ₃	0,3	0,4	0,3	0,3	0,05	0,05	0–4,54	1,64
Fe ₂ O ₃	5,2	5,2	5,3	5,2	0,54	0,54	0,17–18,44	4,65
FeO***	—	—	—	—	—	—	0–4,70	1,71
MnO	2,2	1,8	2,2	2,1	0,24	0,24	0–8,69	1,80
MgO	20,0	21,1	20,5	20,5	4,15	4,15	6,29–24,24	19,38
CaO	0,3	0,6	0,4	0,4	0,07	0,07	2,73–9,01	6,33
SrO	0,8	1,0	0,8	0,9	0,07	0,07	0–0,15	0
K ₂ O	1,4	3,2	2,2	2,3	0,38	0,38	0–5,70	5,63
Na ₂ O	9,9	8,0	9,3	9,1	2,38	2,38	2,88–7,80	1,45
ОН	—	—	—	—	} 2,87 }	2,87	0–2,39	1,78
F	—	—	—	—			0–4,74	1,09
Сумма	99,4	100,4	99,8	100,2	15,90	15,90	—	100,98

*Формульные коэффициенты рассчитывались на 13 катионов [1].

**Теоретическая формула рассчитывалась по формуле $x = K \cdot a \cdot m$ при плотности $2,94 \text{ г/см}^3$, фактор $K = v \cdot d \cdot 0,06023/2 = 8,154359$ [1].

***Валентное состояние железа определялось методом мёсбауэровской спектроскопии, двухвалентное железо не обнаружено, аналитик В.В. Коровушкин (ВИМС).

По физическим свойствам ($Ng = 1,632$, $Np = 1,596$, $Nm = 1,616 \pm 0,005$; $Ng-Np = 0,036$; $c:Ng = 22^\circ$; $+2V = 80-90^\circ$; плотность $2,90 \pm 0,05 \text{ г/см}^3$), голубой рихтерит соответствует маложелезистой разновидности [2], но отличается от нее необычной голубой окраской (известной у железистых рихтеритов – винчита и чикалита [2]), отчетливо выраженным дихроизмом от бледно-голубого до лазоревого и обратной схемой абсорбции (бесцветный по Ng и ярко-голубой по Np).

Химический состав голубого рихтерита из кварцевого прожилка в ирнимите определялся электронно-зондовым методом на микроанализаторе "Camebax". Минерал характеризуется однородным строением и относительно равномерным распределением основных компонентов (рис. 3). Химический состав голубого рихтерита был определен как среднее арифметическое трех определений (табл. 1). Анализ проводился при напряжении 20 кВ, токе зонда 10 нА с использованием $L_{\alpha_{1,2}}$ линии для Sr и для всех остальных элементов – $K_{\alpha_{1,2}}$ -линии. Расчет содержаний элементов выполнен с введением поправок по методу ZAF-коррекции по программе "Зонд-1" на ЭВМ ЕС-1033. В качестве образцов сравнения использовались природные минералы и синтезированные соединения: для определения Mg, Si, Ca – диопсид, Na и Sr – умбозерит, Ti – анатаз, Fe и Al – алмадин, Mn – родонит, K – синтезированное соединение $K_2ZrSi_2O_7$.

Для сопоставления химического состава образца с ранее описанными разновидностями были использованы анализы рихтерита, опубликованные в [2].

По сравнению с большинством ранее опубликованных анализов рихтерита изученный нами голубой рихтерит характеризуется повышенным содержанием SiO₂, Fe₂O₃, MnO, Na₂O и пониженным – TiO₂, Al₂O₃, FeO, CaO и K₂O (см. табл. 1). Особен-

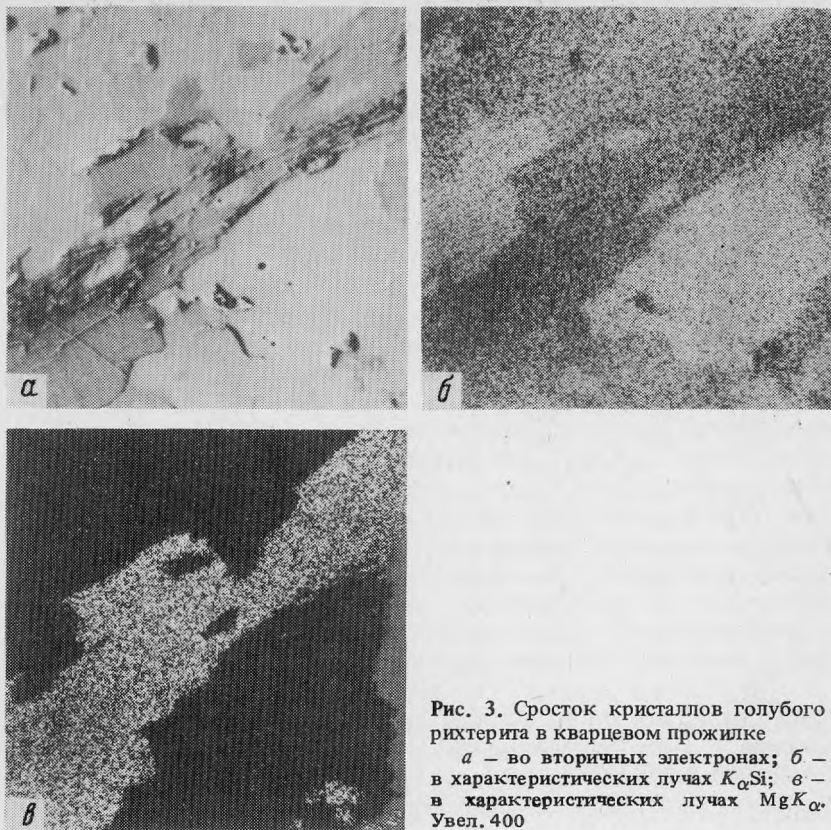


Рис. 3. Сросток кристаллов голубого рихтерита в кварцевом прожилке

a — во вторичных электронах; *b* — в характеристических лучах $K_{\alpha}Si$; *v* — в характеристических лучах MgK_{α} . Увел. 400

ностью исследованного образца является аномально низкое содержание CaO — 0,4% и высокое — Na_2O — 9,1%. В изученном голубом рихтерите, впервые для данной группы амфиболов, обнаружена повышенная концентрация SrO — 0,9%. Максимальное содержание SrO в рихтерите, отмечавшееся до сих пор, — 0,15% [2]. Формула, полученная путем пересчета данных микронзондового анализа $(Na_{2,38}K_{0,38}Ca_{0,07}Sr_{0,07})_{2,90}(Mg_{4,15}Fe^{3+}_{0,54}Mn_{0,24}Al_{0,05}Si_{0,02})_{5,00}[Si_8(O_{21,13} \times X(OH)_{0,87})_{22}](OH, F)_2$, хорошо согласуется с теоретической формулой, рассчитанной по методике И.Д. Борнеман-Старынкевич [1] при плотности 2,94 г/см³ (см. табл. 1).

Дифрактограмма голубого рихтерита приведена в табл. 2. Дополнительные отражения проиндексированы по рассчитанным межплоскостным расстояниям. Индексы для отражений, имеющих значения меньше 2, рассчитаны по параметрам элементарной ячейки голубого рихтерита. Полученная дифрактограмма соответствует таковой синтетического фторрихтерита [4], но у исследованного голубого рихтерита в области больших углов имеются дополнительные отражения 210, 050 и 300, отсутствующие у эталонного.

Вычисленные параметры элементарной ячейки голубого рихтерита ($a = 10,05 \pm 0,062$, $b = 17,955 \pm 0,001$, $c = 5,264 \pm 0,006 \text{ \AA}$; $\beta = 104,33 \pm 0,06^\circ$) мало отличаются от данных [4] для синтетического фторрихтерита ($a = 9,823$, $b = 17,957$, $c = 5,268 \text{ \AA}$; $\beta = 75^\circ 40'$).

Изученный голубой амфибол по своим основным характеристикам полностью соответствует группе рихтерита. В то же время от ранее описанных минералов группы

Таблица 2

Сравнительная таблица значений межплоскостных расстояний голубого рихтерита и синтетического фторрихтерита по [4]

Синтетический фторрихтерит			Голубой амфибол		Синтетический фторрихтерит			Голубой амфибол	
<i>hkl</i>	<i>d/n</i>	<i>I</i>	<i>d/n</i>	<i>I</i>	<i>hkl</i>	<i>d/n</i>	<i>I</i>	<i>d/n</i>	<i>I</i>
110	8,55	100	8,557	8	381,541	1,850	10	1,820	5-6
111,200	4,84	20	4,858	2	312	1,792	10		
210			4,697	2	233	1,677	20	1,674	4
040	4,52	40	4,486	3	381	1,656	50	1,662	5
111	3,96	10	4,032	2	033	1,636	10		
131	3,85	20			103	1,610	40	1,608	1
050			3,493	2	571	1,571	40	1,574	1,5
131	3,38	70	3,394	8	490	1,546	20	1,544	7
240	3,27	60	3,294	7	192	1,507	60в	1,515	2
300			3,257	4	523	1,449	60	1,455	2
310	3,15	70	3,168	10	571	1,409	10		
221	2,94	60	2,975	6	720	1,376	40		
330	2,82	40	2,833	4	4.11.1	1,358	20		
331,151	2,71	80в	2,769	10	563	1,324	20		
061	2,58	40	2,586	5	393	1,289	50	1,289	3
202	2,53	60	2,534	4	4.11.1	1,269	10в		
350,351	2,34	50	2,349	2,5	433	1,223	10	1,229	2
171	2,28	50	2,285	6	832	1,200	20	1,199	3
132,261	2,16	60	2,170	5	4.10.2	1,173	10	1,185	2
202,351	2,03	40в	2,004	1,5	842			1,180	3
500	1,949	10			1.14.2			1,153	3
432,431	1,914	20			932			1,081	4

рихтерита он отличается по некоторым оптическим свойствам (необычный для рихтерита голубой цвет, сильный дихроизм, обратная схема абсорбции) [3] и по особенностям химического состава (высокое содержание натрия и стронция и очень низкое — кальция). Указанные отличия позволяют выделить описанный минерал как самостоятельную разновидность рихтерита.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борнеман-Старынкевич И.Д. Руководство по расчету формул минералов. М.: Наука, 1964. 224 с.
2. Дир У.А., Хауи Р.А., Зусман Дж. Пороодообразующие минералы. М.: Мир, 1965. Т. 2.
3. Bilgrami S.A. Manganese amphibols from Chikla Brandare district Indie // Miner. Mag. 1955. Vol. 30. P. 633.
4. Kohn I.A., Comeforo J.E. Synthetic asbestos investigations II X-Ray and other date on Synthetic Fluor-Richterite, Edenite and Boron-Edenite // Amer. Miner. 1955. Vol. 40, N 5/6. P. 410-421.