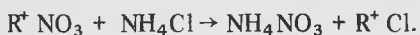
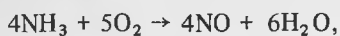


пласт с остатками растений, содержащими азот в нитратной форме. Взаимодействие газов с ними может проходить по реакции типа



Образующийся нитрат осаждается в холодных участках. Если же нитрат содержится в угле непосредственно в виде нитрата аммония, то он может мигрировать с водными парами. 2. Более вероятно окисление аммиака кислородом воздуха до NO, затем, при остывании струи, до NO₂ и взаимодействие последней с аммиаком в присутствии кислорода:



Сталактитоподобные образования возникают при растворении и переотложении аммониевой селитры просачивающимися тальными или дождевыми водами. Необычная форма сталактитов может объясняться постоянно происходящей перекристаллизацией. Скорость образования сталактитов довольно велика. На месте отобранных сталактитов через год наблюдались новые, длиной до 30 см.

Собранные образцы нитрамита переданы в минералогические музеи МГРИ, АН СССР, Ленинградского горного института.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дэна Дж. Д., Дэна Э. Ф., Пэлач Ч. и др. Сис- тема минералогии. М.: Изд-во иност. лит., 1953. Т. 2, полумтом 1. 361 с.
2. Hill Carol A. Mineralogy of cave nitrates//N.S.S. Bull. 1981. Vol. 43, N 4. P. 127-132.

УДК 549.086:549.76

В.В. ВАРГА, Н.И. МАЛЬЦЕВА

• ИЗУЧЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО СТРОЕНИЯ ВОЛЬФРАМИТОВ В ИНФРАКРАСНОМ СВЕТЕ (на микроскопе ИНФРАМ ЛС-211)

Минералы изоморфного ряда ферберит—гюбнерит имеют промышленное значение. Для изучения распределения железа и марганца в вольфрамите, особенностей микро- строения и характера и химизма процессов замещения вольфрамитов другими ми- нералами применяется комплекс современных методов: электронная микроскопия, микрорентгеноспектральный анализ, инфракрасная спектроскопия.

Особенности внутреннего строения прозрачных разностей вольфрамитов изучаются в видимом свете оптическими методами. Однако таким способом "для более желези- стых разностей установить признаки зонального строения не представляется воз- можным" [2].

Метод инфракрасной микроскопии в ближней области спектра позволяет обнаружи- вать и изучать особенности внутреннего строения минералов, в том числе вольфрамитов, прозрачных в диапазоне длин волн от 0,75 до 1,2 мкм.

Оптические свойства вольфрамитов в инфракрасном свете изучал Рене Бейли (1941—1942 гг.). Он для химически охарактеризованных образцов получил данные о двупреломлении, а также методом призмы с помощью гониометра измерил показате- ли преломления вольфрамитов. Бейли установил, что значения показателей пре- ломления и двупреломления вольфрамитов увеличиваются закономерно с возраста- нием FeO/MnO.

В ВИМСе в 60-е годы проводилось изучение непрозрачных минералов под микроскопом с помощью электронно-оптического преобразователя, позволяющего наблюдать минерал в ближней инфракрасной области спектра [3].

Исследование вольфрамитов в настоящее время проводилось на микроскопе ИНФРАМ ЛС-211.

Было исследовано 50 образцов вольфрамитов, из которых 25 были охарактеризованы химически. Исследованные образцы вольфрамитов относятся примерно к 20 различным месторождениям: Бом-Горхон, Караоба, Бурун-Шивея, Акчатау и др. По вещественному составу руд они представляют 5 различных типов. Образцы для исследования нам были любезно предоставлены сотрудниками ВИМСа Г.А. Смелянской, Б.С. Черновым.

Исследованные образцы руд характеризуются широким диапазоном условий формирования от высокотемпературных (Mo-W месторождения) до относительно низкотемпературных (Sb-Hg-W месторождения). Химический состав изученных минералов изменяется в следующих пределах: содержание FeO + Fe₂O₃ — от 0,35 до 18,39%, содержание MnO — от 4,38 до 22,43%.

Вольфрамиты изучались в тонких полированных шлифах на покрывном стекле ($d = 0,14-0,17$). Толщина шлифов колебалась в пределах 0,02–0,06 мм. Можно также использовать обычные комбинированные шлифы на предметном стекле. Такие шлифы можно изучать в видимом отраженном и проходящем свете.

Исследования проводились на стереоскопическом инфракрасном микроскопе ИНФРАМ ЛС-211, который предназначен для изучения объектов, прозрачных в ближней инфракрасной области спектра. На микроскопе можно проводить визуальные стереоскопические и нестереоскопические наблюдения изображения объектов и фотографирование в инфракрасных лучах.

В состав стереоскопического инфракрасного микроскопа входят стереоскопическая инфракрасная насадка, ахроматический осветитель лампы КГМ 9-70, блок питания, конденсар прямого и косоугольного освещения, набор объективов. Для выделения лучей инфракрасной области спектра в осветительную систему вводится фильтр из стекла ИКС-1. Увеличение микроскопа при наблюдении в проходящих инфракрасных лучах от 17 до 272 крат. Преобразование инфракрасного изображения в видимое осуществляется с помощью электронно-оптического преобразователя.

Фотографирование изображения производится фотоаппаратом "Зенит-Е" на пленку 24 X 36 мм, чувствительную к инфракрасным лучам. Поскольку такая пленка чувствительна и к лучам сине-фиолетовой и видимой частей спектра, то для выделения разных участков зоны инфракрасных лучей применяются темно-красные стеклянные светофильтры КС-14, КС-15, КС-18, КС-19 и черные светофильтры ИКС-1, ИКС-2, ИКС-3 (в настоящее время выпускаются фильтры ИКС-6, ИКС-7, ИКС-5 с лучшей характеристикой пропускания лучей). При фотографировании достигается увеличение от 4,5 до 72 крат. При использовании инфраахроматической пленки и фильтра ИКС длительность выдержки зависит от ряда факторов: 1) от степени накала лампы КГМ-9; 2) от толщины используемого светофильтра; 3) от толщины шлифа.

При условии, что вышеперечисленные факторы одни и те же, наиболее надежным способом определения правильной экспозиции при съемке является проведение пробных съемок и оценка качества полученных снимков. Так, при фотографировании вольфрамитов в тонких шлифах на пленку марки И-1030 с фильтром ИКС-2 оптимальная выдержка составила 20–25 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На микроскопе ИНФРАМ все изученные образцы ряда ферберит-гюбнерит оказались прозрачными, что позволяет наблюдать особенности их внутреннего строения.

Фербериты. Ферберит Куналейского месторождения (Забайкалье) (обр. 20) образует единичные выделения таблитчатой формы в кварце и содержит FeO 18,39, MnO 4,38%.

В шлифах в видимом свете непрозрачен, в инфракрасном свете прозрачен, в кристаллах видны зоны.

Ферберит Мало-Ангатуйского месторождения (Забайкалье) (обр. 59) образует выделение таблитчатой формы и содержит FeO 13,95, MnO 8,72%. В видимом свете в шлифе непрозрачен. В инфракрасном свете прозрачен: видна зональность, а также обнаруживаются черные непрозрачные включения, невидимые в отраженном видимом свете.

• **Вольфрамит.** Исследовалось большое количество образцов вольфрамитов с нескольких месторождений Восточного Забайкалья, Казахстана.

Семь образцов вольфрамитов молибдено-вольфрамового месторождения Акчатау, содержащих FeO 13–15, MnO 10–12%, непрозрачны в видимом свете и прозрачны в инфракрасном. Для вольфрамитов этого месторождения нехарактерно зональное строение, лишь иногда под микроскопом удается наблюдать более темные полосы или блочное строение.

В исследованных вольфрамитах с молибдено-вольфрамитового месторождения Караоба содержание FeO колеблется в пределах 8–13%, MnO – 11–15%. Вольфрамиты этого месторождения образуют крупные таблитчатые кристаллы.

В шлифах в отраженном свете вольфрамит однородный, иногда находится в ассоциации с висмутом и молибденом. В видимом проходящем инфракрасном свете во всех образцах наблюдается очень четкое тонкозональное строение, невидимое в отраженном свете (см. рисунок, а, б).

Химический состав вольфрамитов месторождения Караоба колеблется в широких пределах. Колебания эти имеют место в пределах месторождения, рудных тел и отдельных монокристаллов.

В обр. 716, изображенном на рисунке, а, б, в котором в инфракрасном свете наблюдается четкое зональное строение, качественно с помощью лазерного микроанализатора оценивалось содержание марганца в зонах и установлено, что оно изменяется в определенных пределах.

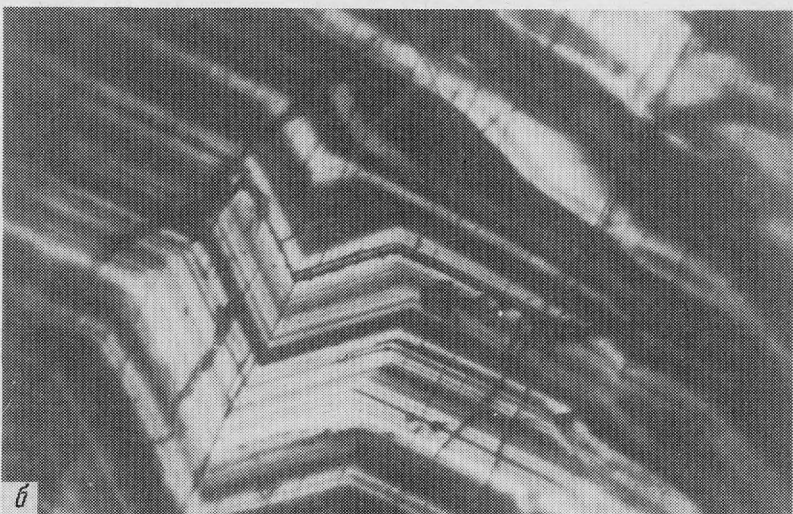
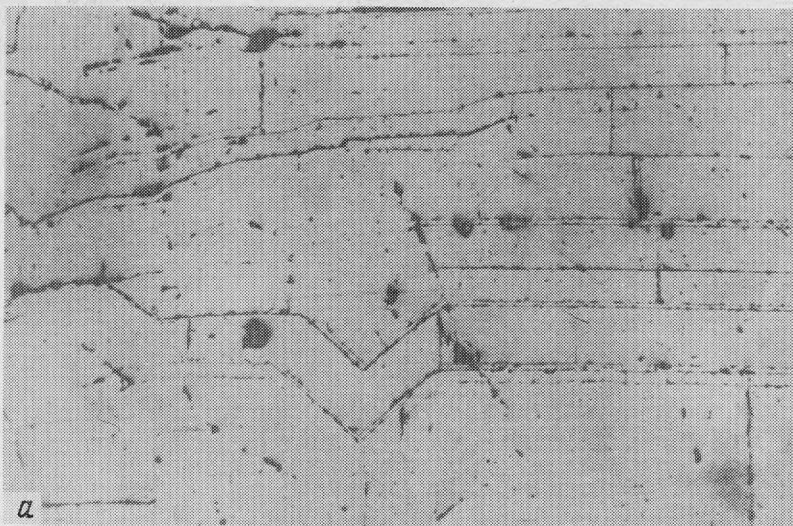
Таким образом, как указывает И.Е. Максимюк и др. [2], неоднородность состава в микромасштабе отражает неоднородность состава в масштабе всего месторождения.

Исследовались 5 образцов вольфрамитов из пяти месторождений Забайкалья. Вольфрамит месторождения Дедова Гора (обр. 67), в котором содержится FeO 10,39, MnO 12,57%, в видимом свете непрозрачен, в инфракрасном свете прозрачен, выявляется четкое зональное строение и наличие ориентированных в одном направлении трещин, заполненных черным непрозрачным минералом (возможно, продукт окисления вольфрамита). В четырех других образцах вольфрамит в видимом проходящем свете или слегка просвечивает, цвет его густо-темно-красный (обр. 28 – месторождение Шумиловка, обр. 109 – месторождение Букукинское), или непрозрачен, как большинство вольфрамитов. В инфракрасном свете все вольфрамиты прозрачны, что позволяет наблюдать в одних кристаллах тонкую трещиноватость, в других – тонкую зональность, которые не удается наблюдать в отраженном свете.

• **Гюбнерит.** Вольфрамиты Спокойного месторождения (Восточное Забайкалье) из разных рудных зон, по данным И.Е. Максимюк и др. [2], имеют состав, колеблющийся от 62 до 88% $MnWO_4$. Авторы отмечают, что такая же неоднородность состава характерна для отдельных монокристаллов вольфрамитов. В анализах, которые приводит В.Ф. Барабанов [1], содержание MnO в вольфрамитах этого месторождения также колеблется от 8,75 до 21,8%.

Исследованные нами образцы были гюбнеритами, их состав следующий (в %): FeO – от 3,95 до 7,04 MnO – от 13,43 до 19,38.

В проходящем видимом свете гюбнериты прозрачны, окрашены в красновато-бурый цвет; хорошо видны зональность и блочность строения. В инфракрасном свете гюбнериты также прозрачны, однако зональность, наблюдаемая в видимом свете, часто в инфракрасном свете не подтверждается; зоны наблюдаются на других участках шлифа. В шлифах под микроскопом видно зональное строение гюбнерита (обр. 383), видимое



Вольфрамит в отраженном (а) и инфракрасном (б) свете
 Отчетливо видно тонкозональное строение кристалла. Толщина шлифа 0,05 мм, увел. 72

в инфракрасном свете, а на других хорошо видна тонкая трещиноватость, не наблюдаемая в отраженном свете.

Гюбнерит (обр. 354) из месторождения Бом-Горхон, в котором содержится FeO 2,06, MnO 20,95%, прозрачен в инфракрасном свете, что позволяет наблюдать продукты изменения вольфрамита в виде непрозрачных включений. В другом образце из этого месторождения (обр. 180), в котором содержится FeO 1,11, MnO 22,07%, в инфракрасном свете, как и в образце, описанном выше, также не видна зональность, четко выраженная и хорошо наблюдаемая в видимом проходящем свете.

Таким образом, инфракрасная микроскопия позволяет обнаруживать зональность и неоднородность строения в тех кристаллах вольфрамитов, которые однородны в отраженном свете. Для таких кристаллов нельзя проводить корреляцию оптических свойств с составом по средним значениям, полученным без учета зональности.

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.