

ИК-спектры апатита Ковдорского месторождения

Охарактеризованы ИК-спектры апатита Ковдорского рудного комплекса. Наиболее информативными оказались полосы поглощения гидроксильных групп, деформационного колебания ν_2 карбонат-иона, а также часть асимметричного деформационного колебания ν_4 фосфат-иона в области 578 см^{-1} . Для либрационных полос поглощения гидроксильных групп прослежена динамика их пространственной изменчивости в контуре месторождения. Кристаллохимическая неоднородность апатита увязывается с пространственно-временной эволюцией минералообразующих процессов.

Апатит наряду с магнетитом и аксессуарным бадделеитом является промышленно важным минералом Ковдорского комплексного месторождения. Всесторонним изучением геологии месторождения занимались многие исследователи [10, 12, 14]. Здесь следует лишь отметить многообразие рудообразующих процессов на фоне сложной тектонической жизни рудного комплекса, что предопределило его зонально-кольцевое строение. В формировании месторождения выделяют последовательные этапы и стадии минералообразования: собственно магматический, а также более поздние апатитизацию и карбонатизацию. Следствием этого является крайне сложная минералого-петрографическая характеристика геолого-промышленных типов руд и горных пород в пределах рудного комплекса.

Участие апатита в единой технологической цепочке, предусматривающей получение на Ковдорском горнообогатительном комбинате магнетитового, апатитового и бадделеитового концентратов, обуславливает необходимость детального анализа различных типоморфных качеств минерала. В предыдущих исследованиях авторами изучались морфоструктурные (стереометрические) особенности индивидов апатита Ковдорского месторождения, прослеживалась их пространственная и статистическая изменчивость [13]. В результате были объективно выделены три структурно-морфологические группы минерала, установлена их взаимосвязь с конкретными геолого-промышленными типами руды и минералообразующими процессами:

– апатит I – мелкие (средний размер около 0,1 мм) ксеноморфные выделения в апатит-форстеритовых рудах внешней дугообразной зоны месторождения;

– апатит II – относительно крупные (до 1,5 мм) полиэдрические зерна в рудах апатит-форстерит-магнетитового, форстерит-магнетитового состава;

– апатит III – средние по размеру (около 0,4 мм) округлые, столбчатые индивиды в карбонатсодержащих разностях комплексных руд,

распространенные, преимущественно, в зоне карбонатитового ядра месторождения.

Настоящая работа является продолжением этих исследований. Авторами поставлена задача изучения кристаллохимических особенностей выделенных структурно-морфологических типов апатита на основе применения ИК-спектроскопии. Исследования проводились с использованием двухлучевых спектрометров UR-20 и Specord 75-IR методом пасты в очищенном вазелиновом масле в диапазоне частот от 400 до 4000 см^{-1} . Для определения интенсивности пиков в качестве внутреннего стандарта авторами использовалась полоса поглощения апатита в области 460 см^{-1} , реагирующая на величину навески.

Использовались микромонофракции минерала массой 20-50 мг, что предопределило экспрессность и чистоту анализа. Отбор проб производился с использованием бинокулярного микроскопа, сопровождался определением морфологии индивидов и агрегатов минерала. Это позволило увязывать выделенные структурно-морфологические группы апатита с особенностями конституции минерала, фиксировать изменчивость кристаллохимических параметров и, в частности, ИК-спектров массово, во многих точках месторождения.

Минералы группы апатита характеризуются общей формулой $M_{10}X_6O_{24}Y_2$, где $M = \text{Ca, Pb, Na, K, Sr, Mn, Zn, Cd, Mg, Fe, Ba, TR}$; $X = \text{P, Si, C, S, Mn}$; $Y = \text{F, Cl, OH, O}$. Кристаллическая структура апатита впервые была изучена Нарай-Сабо [21] и Мемелем [20]. Ее особенности обуславливают крайнюю подвижность химических компонентов, благоприятны для широкого развития изовалентного и гетеровалентного изоморфизма как в катионной так и в анионной частях, причем многие элементы имеют не менее двух кристаллохимических позиций.

В ранее проведенных исследованиях апатит Ковдорского массива (в том числе и комплексного месторождения) охарактеризован как оксигидроксил-фтор-apatит с явным преобладанием элементов цериевой группы в редкоземельной составляющей. В карбонатитовых образованиях отмечалась резкая неустойчивость химического состава и физических свойств минерала [11, 15]. Наблюдения авторов подтвердили активное проявление изоморфизма в катионной и анионной частях структуры, особенно характерное для апатита карбонатсодержащих разновидностей комплексных руд месторождения.

Расшифровка инфракрасных спектров поглощения позволила глубже раскрыть механизм изоморфных замещений, позиции примесных компонентов в структуре апатита, что непосредственно связывается с флотационными возможностями минерала.

ИК-спектры апатита месторождения характеризуются набором следующих полос поглощения [3, 7, 8, 16]:

– 3540-3570 см^{-1} и 640-670 см^{-1} , – соответственно, валентные и либрационные колебания гидроксильной группы;

- 1048-1100 см^{-1} – асимметричные валентные колебания \mathbf{v}_1 комплексного иона $(\text{PO}_4)^{3-}$;
- 966 см^{-1} – симметричные валентные колебания \mathbf{v}_1 иона $(\text{PO}_4)^{3-}$;
- 578-610 см^{-1} – асимметричные деформационные колебания \mathbf{v}_4 иона $(\text{PO}_4)^{3-}$;
- 405 см^{-1} – асимметричные деформационные колебания \mathbf{v}_2 иона $(\text{PO}_4)^{3-}$;
- полоса поглощения в области 870-886 см^{-1} – деформационные колебания \mathbf{v}_2 иона $(\text{CO}_3)^{2-}$.

Полосы поглощения дублетного расщепления \mathbf{v}_3 группы CO_3 в области 1430-1470 см^{-1} не фиксировались вследствие наложения полос вазелинового масла.

В интервале 700-800 см^{-1} на всех ИК-спектрах проявлена одиночная полоса 720 см^{-1} , которая, по мнению Р.Г.Кнубовец [9], соответствует колебаниям мостиковых связей P-O-P. Присутствие этой полосы свидетельствует о возникновении в структуре апатита пирофосфатной группы – результат объединения фосфатных тетраэдров на шестерной оси за счет общего атома кислорода. Конденсация фосфатных тетраэдров возможна при высоких температурах и в присутствии фтора [9]. Однако существуют и другие точки зрения по поводу принадлежности этой полосы. Например, В.Н.Столповская, Ю.Н.Занин [17] доказывают ее соответствие либрационным колебаниям ОН-группы и подчеркивают тесную связь ее проявления с концентрацией фтора в апатите.

Изучение гидроксильных групп в структуре минерала оказалось наиболее информативным. В спектрах всех монофракций апатита авторами обнаружены дублетные расщепления валентных и либрационных колебаний (ОН)-ионов, между которыми устанавливаются следующие связи: 3570 см^{-1} – 640 см^{-1} и 3540 см^{-1} – 670 см^{-1} . Первая пара соответствует проявлению водородной связи гидроксильной группы с кислородом и возникает при частичном замещении F на O. Как правило, такая связь сопровождается дефицитом одновалентного аниона и, вероятно, накоплением кислорода на гексагональной оси. Структура в таких участках оказывается напряженной. Полосы поглощения во второй паре характеризуют водородную связь гидроксильной группы с фтором вдоль шестерной оси и возникают при вхождении (ОН)-иона в позиции фтора или наоборот [7].

Таким образом, в структуре Ковдорского апатита присутствуют два типа гидроксил-ионов. Различная и вместе с тем взаимосвязанная форма изоморфных замещений предопределяет антагонизм в поведении спектральных признаков: максимальная интенсивность полос поглощения одной пары соответствует минимальной интенсивности другой.

Два типа гидроксил-ионов в апатите Ковдорского месторождения были выявлены также Л.Д.Кисловским и Р.Г.Кнубовец [6].

Анализ соотношений интенсивности полос поглощения в каждом из дублетных расщеплений позволил авторам выявить кристаллохими-

ческие различия между апатитом силикатсодержащих и карбонатсодержащих разностей руд и подтвердить разделение апатита месторождения на группы в соответствии с их стереометрическими и кристаллохимическими характеристиками. Последовательное возрастание соотношений I_{3540}/I_{3570} и I_{670}/I_{640} фиксируется от Апт I к Апт III. Примечательно, что максимальных значений эти соотношения достигают в апатите из так называемой “аномальной” зоны месторождения, где получила развитие редкометалльная минерализация. Причем, если в ИК-спектрах Апт I отмечаются максимальные интенсивности полос поглощения, отвечающих за водородную связь $\text{OH} - \text{O}$, то для апатита карбонатсодержащих разностей руд эти полосы проявлены очень слабо, а полоса поглощения в области 3570 см^{-1} вообще исчезает. На этом фоне полосы 3540 см^{-1} и 670 см^{-1} , подчеркивающие водородную связь $\text{OH} - \text{F}$, достигают в апатите “аномальной” зоны максимальной интенсивности (рис. 1), что позволило авторам выделить апатит “аномальной” зоны, наряду с уже известными типами минерала, в самостоятельный конституционный тип (далее – апатит IV).

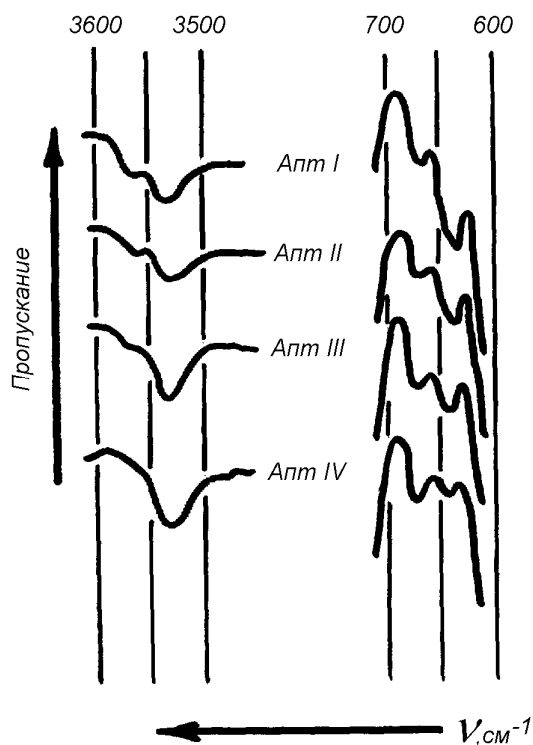


Рис. 1. Особенности полос поглощения гидроксильных групп в ИК-спектрах апатита Ковдорского месторождения.

Объективность этого вывода подтвердилась также результатами химического и рентгеноструктурного анализов, изучения спектров ЭПР и термолюминесценции минерала, измерения микротвердости зерен апатита. В частности, от Апт I к апатиту “аномальной” зоны (Апт IV) фиксируется последовательное возрастание в составе минерала содержания стронция,

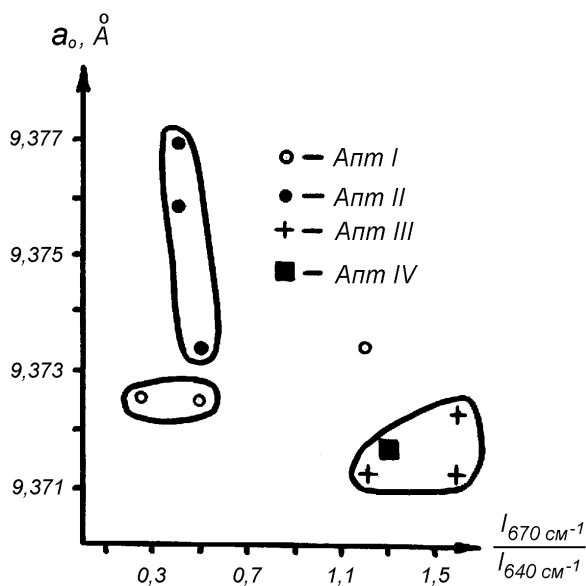
фтора, редких земель цериевой группы, углерода и уменьшение содержания кальция, фосфора. Подобные изменения состава вполне удовлетворительно объясняют постепенное снижение значений параметра a_0 и незначительный рост параметра c_0 в ряду Апт I – Апт IV. На спектрах ЭПР чувствительной к типу апатитовой минерализации оказалась линия поглощения радикала $\text{F}-\text{O}-\text{F}$, формирование которого обусловлено захватом кислородом “дырки” в позиции иона F на шестерной оси струк-

туры [4]. Таким образом, апатит карбонатсодержащих руд «аномальной» зоны явился крайним членом в общем ряду эволюции конституционных признаков минерала. Электронномикроскопические наблюдения показали, что индивиды Апатит IV представляют собой очень мелкие (до 0,2 мкм) зерна эллипсоидальной, реже округлой формы, поверхность которых покрыта многочисленными ограничивающими 4-6-сторонними многоугольниками с четкими прямолинейными контурами, что является следствием, преимущественно, «дефектного» механизма растворения минерала при многократной карбонатизации.

Увеличение интенсивности полос поглощения 3540 см^{-1} и 670 см^{-1} свидетельствует о возрастании содержания в минерале фтора, а также о проявлении катионного замещения Sr на Ca [16], что полностью соответствует нашим представлениям об эволюции состава апатита.

При сопоставлении значений параметра a_0 с соотношением интенсивности либрационных полос поглощения гидроксильных групп (I_{670}/I_{640}), между рассматриваемыми характеристиками отмечается обратная зависимость, которая подчеркивает взаимосвязь накопления фтора с уменьшением размера элементарной ячейки апатита вдоль оси a и является для минерала типоморфным признаком (рис. 2).

Рис. 2. Взаимосвязь параметра элементарной ячейки апатита a_0 и соотношения интенсивностей либрационных полос поглощения гидроксильных групп (I_{670}/I_{640}) в ИК-спектрах минерала.



Примечательно, что изменчивость соотношения либрационных полос поглощения гидроксильных групп в контуре месторождения отражает зонально-кольцевое строение рудного комплекса (рис. 3). Значения соотношения постепенно возрастают от периферийной части месторождения (апатит I и II) к зоне карбонатитового ядра (апатит III), достигая максимума в «аномальной» зоне (апатит IV), подчеркивая, таким образом, пространственное расположение выделенных типов минерала.

Значения соотношения постепенно возрастают от периферийной части месторождения (апатит I и II) к зоне карбонатитового ядра (апатит III), достигая максимума в «аномальной» зоне (апатит IV), подчеркивая, таким образом, пространственное расположение выделенных типов минерала.

Образование водородной связи ОН–F на шестерной оси объясняется воздействием на апатит высоких температур и давлений в процессе метаморфизма [7]. Присутствие данной связи является весьма существенным условием для роста кристаллов апатита и придает им проч-

ность, снижает растворимость индивидов [6]. Вероятно, этим обусловлен удлинённый облик зерен апатита в карбонатной ассоциации, а также устойчивость минерала при карбонатизации, в то время как выделения форстерита интенсивно замещаются. Наличие связи ОН – F способствует активизации закрепления реагента-собираателя на поверхности минерала [19].

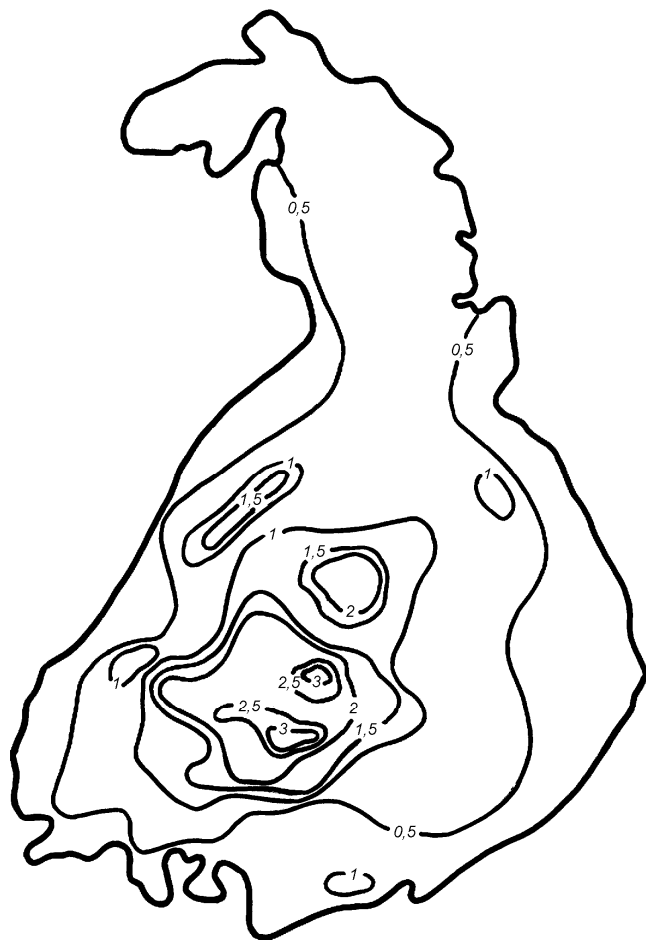


Рис. 3. Изменчивость соотношения интенсивностей либрационных полос поглощения гидроксильных групп (I_{670}/I_{640}) ИК-спектров апатита в контуре месторождения.

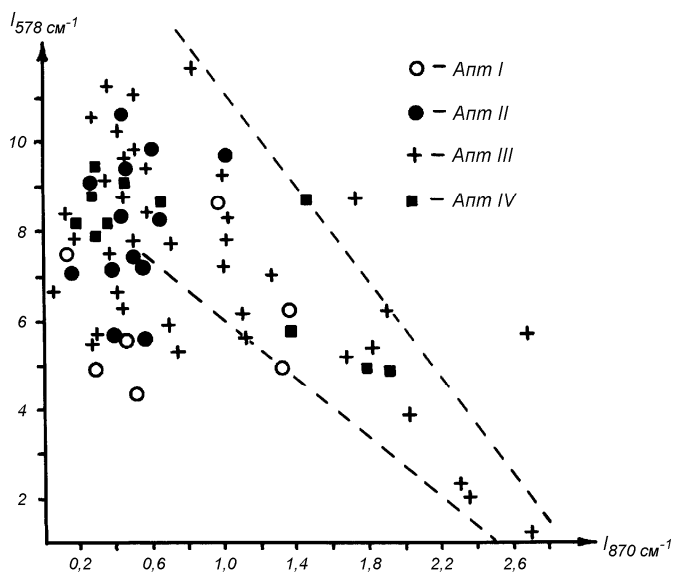
В спектрах апатита месторождения присутствует также одиночная полоса поглощения в области $870-886\text{ см}^{-1}$, соответствующая невырожденному колебанию ν_2 аниона CO_3^{2-} . Подавляющее большинство исследователей подчеркивают структурную принадлежность группы CO_3 к изоморфным составляющим апатита [5, 7]. Не исключается также

возможность механической примеси карбонатной фазы в виде тонких прорастаний, пленок [3] или сорбционное закрепление карбонат-ионов на поверхности минерала [2]. Однако травление предварительно измельченной мономинеральной фракции апатита концентрированной соляной кислотой, кипячение в уксусной кислоте, использование фракций зерен различной крупности не оказало сколько-нибудь существенного влияния на характер полосы поглощения карбонат-иона, что подчеркивает его конституционную принадлежность минералу. Вместе с тем прослеживается четкая обратная зависимость между интенсивностью полосы поглощения ν_2 карбонатной группы ($870-886\text{ см}^{-1}$) и аналогичным показателем части асимметричного деформационного колебания ν_4 иона $(\text{PO}_4)^{3-}$ в области 578 см^{-1} (рис. 4), которая свидетельствует, по

мнению авторов, об изоморфном механизме вхождения группы CO_3 в позицию фосфатного тетраэдра.

Рис. 4. Взаимосвязь интенсивностей полос поглощения ИК-спектра апатита в области 870 см^{-1} (CO_3 -группа) и 578 см^{-1} (PO_4 -группа).

Многие специалисты считают именно эту позицию иона $(\text{CO}_3)^{2-}$ в структуре апатита доминирующей, не отвергая, впрочем, возмож-



ность ограниченного замещения карбонатной группой гидроксил-ионов [5, 7]. Л.Г.Гилянская и др. [4] представляют следующую схему зарядовой компенсации при замещении фосфора углеродом: $(\text{PO}_4)^{3-} - [\text{CO}_3 \text{ F} (\text{OH})]^{3-}$. Примечательно, что в качестве компенсирующего заряда может использоваться ион фтора. Р.Г.Кнубовец и Л.Д.Кисловский [7] отмечают возможность вытеснения фтором CO_3 -группы с шестерной оси, ее перелокализацию в другой части структуры. Следовательно, параллельное вхождение этих компонентов в структуру апатита должно сопровождаться ориентирующим влиянием фтора на углерод и обуславливать размещение иона $(\text{CO}_3)^{2-}$ именно в позиции фосфатного тетраэдра.

По мере снижения интенсивности полосы поглощения карбонатной группы, ее связь (обратная зависимость) с интенсивностью полосы поглощения фосфат-иона теряется (рис. 4). Причина такой зависимости обусловлена, вероятно, степенью концентрации углерода в составе минерала. В частности, в работе Н.В.Феоктистовой и др. [18] подчеркивается, что примесь карбонат-иона в количестве до 1% не влияет на характер проявления колебаний полосы поглощения CO_3 -группы в апатите. Кроме того известно, что содержание фосфора и углерода в минерале при количестве CO_2 до 0,8% не коррелируются [5].

Максимальной интенсивностью полосы поглощения ν_2 группы CO_3 в ИК-спектрах характеризуются апатиты, находящиеся в ассоциации с карбонатными минералами (Апт III, Апт IV) (рис. 4). Как уже отмечалось, наиболее вероятный, в данном случае, механизм вхождения ионов $(\text{CO}_3)^{2-}$ в структуру минерала – по принципу концентрационного изоморфизма, что возможно только при наличии высоких концентраций последнего в геохимической системе. Интерес вызывает четко прояв-

ленная полоса ν_2 карбонат-иона в ИК-спектрах Апт I. Вероятнее всего это подчеркивает специфику генезиса рассматриваемого типа минерала.

В апатите, характеризующемся повышенной интенсивностью полосы поглощения CO_3 -группы намечается тенденция к смещению пика в область более высоких частот колебаний. Можно предположить, что это вызвано частичной перелокализацией углерода в структуре минерала в позиции гидроксил-иона. По мере нарастания в структуре концентрации углерода взамен фосфора происходит последовательное снижение размеров элементарной ячейки, что приводит к сокращению межмолекулярных расстояний и возрастанию вероятности взаимодействия друг с другом карбонат- и гидроксил-ионов [17].

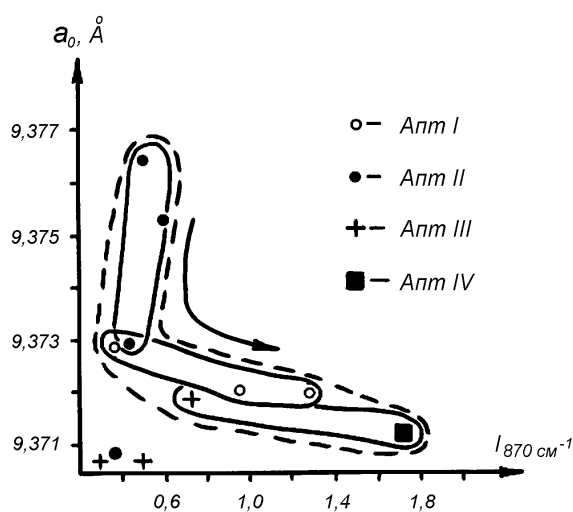


Рис. 5. Взаимосвязь параметра элементарной ячейки апатита a_0 с интенсивностью полосы поглощения ν_2 карбонат-иона на ИК-спектрах минерала.

Преимущественное вхождение углерода в структуре апатита месторождения именно на место фосфора подтверждается при сопоставлении значений параметра

a_0 элементарной ячейки с интенсивностью деформационного колебания ν_2 аниона $(\text{CO}_3)^{2-}$ (рис. 5): между этими характеристиками фиксируется четкая обратная зависимость. Каждый тип апатита занимает на диаграмме свою позицию. Следует отметить, что в данном случае обратная связь выражена более явно, чем для пары $a_0 - I_{670}/I_{640}$ (рис 2). Вероятно, влияние карбонат-ионов на снижение размеров элементарной ячейки оказалось весомее, чем присутствие фтора. Примечательно, что В.З.Блисковский [1] рассматривает возможность образования дефицита ионов кальция в структуре апатита при замещении фосфора углеродом по следующей схеме: $2\text{CO}_3^{2-} - 2\text{PO}_4^{3-} + \text{Ca}^{2+}$. При этом собственно дефицит Ca^{2+} – есть способ компенсации зарядов. В результате, структура становится дефектной, а вакансии кальция заполняются молекулами структурно свободной воды.

Дефицитом Ca^{2+} , вероятно, объясняется уменьшение хемосорбционного закрепления реагентов-собирателей (наиболее важного для флотоактивности минерала) на поверхности апатита при возрастании содержания карбонат-ионов в его структуре [1].

Таким образом, в ИК-спектрах апатита Ковдорского месторождения полосы поглощения гидроксильных групп, деформационного коле-

бания ν_2 карбонат-иона, а также часть асимметричного деформационного колебания ν_4 фосфат-иона в области 578 см^{-1} оказались наиболее информативными характеристиками, объективно фиксирующими кристаллохимическую неоднородность минерала. В комплексе с другими современными физико-химическими методами исследования минералов, а также с учетом полученных ранее результатов изучения стереометрических параметров индивидов [13], это позволило объективно выделить основные морфоструктурно-конституционные типы апатита рудного комплекса, проследить особенности его эволюции в пространстве и во времени.

ЛИТЕРАТУРА.

1. **Блисковский В.З.** Вещественный состав и обогатимость фосфоритовых руд. – Москва: Недра, 1983.– 200 с.
2. **Васильева З.В.** Апатит из кимберлитов и близких к ним пород Якутии // Известия АН СССР. Серия геологическая.– 1976.– № 3.– С. 74-82.
3. **Васильева З.В., Рудницкая Е.С.** Изучение природных карбонатсодержащих апатитов методом инфракрасной спектроскопии // Известия АН СССР. Серия геологическая.– 1976.– № 9.– С. 103-111.
4. **Гилинская Л.Г., Щербакова М.Я.** Изоморфные замещения и структурные нарушения в апатите по данным электронного парамагнитного резонанса / Физика апатита // Новосибирск: Наука, 1975.– С. 7-63.
5. **Дудкин О.Б.** Геохимия и закономерности концентрации фосфора в щелочных массивах Кольского полуострова // Ленинград: Наука, 1977.– 204 с.
6. **Кисловский Л.Д., Кнубовец Р.Г.** Об изоморфизме фтор – гидроксил в апатите по данным инфракрасной спектроскопии // Записки Всесоюзного минералогического общества.– 1970.– №5.– С. 609-614.
7. **Кнубовец Р.Г., Кисловский Л.Д.** Исследование анионных замещений в апатитах методом инфракрасной спектроскопии / Физика апатита // Новосибирск: Наука, 1975.– С. 63-88.
8. **Кнубовец Р.Г., Жирова Л.Т., Черенкова Г.И. и др.** Кристаллохимические особенности апатитов массивов Маймеча-Котуйской провинции / Минералы и парагенезисы минералов и горных пород // Ленинград: Наука, 1979.– С. 39-45.
9. **Кнубовец Р.Г.** Некоторые кристаллохимические особенности реальной структуры фосфатов кальция / Исследование фосфатов кальция физическими методами // Новосибирск: Наука, 1979.– С. 22-29.
10. **Краснова Н.И., Копылова Л.Н.** Геохимическая основа для проведения минералоготехнологического картирования (Ковдорское месторождение) // Известия АН СССР. Серия геологическая.– 1988.– №5.– С. 81-92.
11. **Курбатова Г.С.** Типоморфные особенности апатита Ковдорского массива / Щелочные породы Кольского полуострова // Ленинград: Наука, 1974.– С. 129-138.
12. Минеральные месторождения Кольского полуострова / **Г.И.Горбунов, И.В.Бельков, С.И.Макиевский и др.** // Ленинград: 1981.– 272 с.
13. **Пирогов Б.И., Трунин А.Н.** Морфоструктурные особенности апатита Ковдорского месторождения // Геолого-минералогический вестник Криворожского технического университета.– 2000.– №1-2.– С. 153-167.
14. **Римская-Корсакова О.М.** К вопросу о генезисе Ковдорского железорудного месторождения (Кольский п-ов) / Вопросы магматизма и метаморфизма // Ленинград: Изд. ЛГУ.– 1963.– №1.– С. 125-143.
15. **Римская-Корсакова О.М., Васильева З.В., Соколова Е.П.** Апатиты Ковдорского массива / Минералогия и геохимия // Ленинград: Изд. ЛГУ.– 1968.– №3.– С. 82-86.
16. **Саморукова В.Д., Черенкова Г.И.** Изучение апатитов различных текстурных разновидностей руд Хибинских месторождений методом ИК-спектроскопии // Геохимия.– 1984.– №11.– С. 1784-1787.
17. **Столповская В.Н., Занин Ю.Н.** Структурные особенности малокарбонатных фторгидроксилапатитов по данным инфракрасной спектроскопии / Исследование фосфатов кальция физическими методами // Новосибирск: Наука, 1979.– С. 29-33.

18. *Феоктистова Н.В., Заяц А.П., Писанская И.Р.* Акцессорный апатит из ураноносных альбититов / Онтогенез минералов и технологическая минералогия // Киев: Наукова думка, 1988.– С. 166-176.
19. *Холомянский И.Я., Цуцельковский В.Я., Смирнов Ю.М. и др.* Влияние обжига на свойства фосфоритов // Химическая промышленность.– 1971.– №2.– С. 31-32.
20. *Memel M.* Uber die Structur des Apatits // Zs. Krist.– 1930.– В. 75.– S. 323-321.
21. *Naray-Szabo St.* The structure of apatite (CaF)Ca₄(PO₄)₃ // Zs. Krist.– 1930.– В. 75.– S. 387-398.

ПИРОГОВ Б.И., ТРУНИН О.М., ХОЛОШИН И.В. ІЧ-спектри апатиту Ковдорського родовища.

РЕЗЮМЕ. На основі аналізу ІЧ-спектрів розглянуто кристалохімічну неоднорідність апатиту Ковдорського комплексного родовища. Найбільш інформативними є смуги поглинання гідроксильних груп, деформаційне коливання ν_2 карбонат-іону, частина асиметричного деформаційного коливання ν_4 фосфат-іону в області 578 см^{-1} . Конституційні відмінності апатиту пов'язані з його структурно-морфологічними особливостями.

ПИРОГОВ Б.И., ТРУНИН А.Н., ХОЛОШИН И.В. ИК-спектры апатитов Ковдорского месторождения.

РЕЗЮМЕ. На основе анализа ИК-спектров рассмотрена кристаллохимическая неоднородность апатита Ковдорского комплексного месторождения. Наиболее информативными являются полосы поглощения гидроксильных групп, деформационное колебание ν_2 карбонат-иона, часть асимметричного деформационного колебания ν_4 фосфат-иона в области 578 см^{-1} . Конституционные различия апатита связаны с его структурно-морфологическими особенностями.

PIROGOV B.I., TRUNIN A.N., KHOLOSHIN I.V. Infra-red spectra of the Kovdor deposit apatites.

SUMMARY. Crystal-chemical ununiformity of the Kovdor composite deposit apatite is considered on the basis of infra-red spectrum analysis. Absorption belts of hydroxide groups, deformative vibration ν_2 of ion-carbonate, a part of unsymmetric deformative vibration ν_4 of ion-phosphate in the range of 578 cm^{-1} are the most informative. Constitutional differences of apatite are associated with its structural-morphological peculiarities.

*Надійшла до редакції
23 листопада 2000 р.*