

ФЛЮОРИТ З РІДКІСНОМЕТАЛЕВИХ ВІДКЛАДІВ СУЩАНО-ПЕРЖАНСЬКОЇ ТЕКТОНІЧНОЇ ЗОНИ (УКРАЇНСЬКИЙ ЩИТ): КРИСТАЛОХІМІЯ ТА ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ

Методами люмінесценції та інфрачервоної спектроскопії із залученням рентгенівського аналізу вивчено кристалохімічні особливості флюориту з рідкіснометалевих відкладів Сущано-Пержанської тектонічної зони (Волинський мегаблок, Український щит). Виявлено генетичну інформативність якісного складу асоціацій оптично активних центрів у флюориті за еволюційних змін фізико-хімічних параметрів мінералоутворювального середовища. Зроблено висновок, що під час кристалізації флюориту Яструбецького Zr-TR-Y рудопрояву домінують процеси кристалізаційної диференціації глибинної магми, а Пержанського берилієвого родовища – інфільтраційні метасоматичні процеси.

Ключові слова: флюорит, рідкіснометалеві породи, спектри люмінесценції, ІЧ-спектри, генетичні особливості.

Сприятливі умови ендегенного рудоутворення при формуванні рідкіснометалевих родовищ тісно пов'язані з лужним магматизмом і процесами метасоматозу (інфільтрації, дифузії тощо). Флюорит є наскрізним флюоритним мінералом у складі різних парагенетичних асоціацій в зональній будові цих родовищ [4]. Широкий діапазон фізико-хімічних умов утворення флюориту — від магматогенного до гідротермального — приводить до значних змін в його структурі, пов'язаних з варіаціями концентрацій домішкових елементів (зокрема, REE, Y, U, Mn, Na → Ca і O₂, OH-груп → F та ін.) і реалізацією різноманітних схем гетеровалентного ізоморфізму.

У статті викладено результати вивчення структурно-хімічних властивостей флюориту з лужних порід двох рідкіснометалевих об'єктів Сущано-Пержанської тектонічної зони (Волинський мегаблок, Український щит) — Пержанського берилієвого родовища, де промислові концентрації берилію пов'язані з гентгельвіном і фенакітом [1, 3, 12], та Яструбецького Zr-REE-Y рудопрояву з цирконом в асоціації з бритоїтом, бастнезитом та ін. [1, 6, 7, 12]. На наш погляд, експериментальне дослідження різних за структурним положенням і текстурно-морфологічними особливостями кристалів флюориту — важливий шлях до розуміння еволюційних змін геохімії процесів і ролі легких компонентів (O²⁻, F⁻ та води) у магматичних системах цих об'єктів. До вивчення вихідних та, за потреби експерименту, прожарених (1173 K, 20 хв)

зразків залучено методи рентгено- (РЛ) і фотолюмінесценції (ФЛ), інфрачервоної (ІЧ) спектроскопії і рентгенівського аналізу. Спектри РЛ отримано для порошкових ($\sim 0,05$ мм) зразків флюориту в діапазоні 200—1000 нм, спектри ФЛ при УФ-збудженні ($\lambda=365$ нм) — для окремих кристалів з монофракцій флюориту в діапазоні 400—700 нм, а ІЧ-спектри поглинання — для близьких за товщиною спайних виколків у діапазоні прозорості флюориту $800\text{—}6000\text{ см}^{-1}$ (Фур'є-спектрометр Bruker IFS-66, обладнаний ІЧ-мікроскопом). Спектри записано при 300 К і, вибірково, при 77 К.

Зразки флюориту (>50 зразків), різноманітні за морфологією (вкраплення, гнізда і прожилки), кольором (фіолетовий, рожевий, бірюзовий, безбарвний тощо) і вмістом REE, в тому числі ітродлюорит з Y — 28573 ppm (св. 21с, гл. 1172,2 м, метод ICP-MS) і 32635 ppm (шахта 2, рентгенфлуоресцентний аналіз), люб'язно надали в різний час Н.А. Безпалько, С.Г. Кривдік і Г.А. Кульчицька (ІГМР НАН України, м. Київ). Флюорит Пержанського берилієвого родовища був відібраний з пержанських гранітів (у тому числі з голубим кварцем) і граніт-порфірів, гентгельвінвмісних сидерофіліт-альбіт-мікроклін-пертитових і альбіт-мікроклін-пертитових метасоматитів і грейзенів, а Яструбецького Zr-REE-Y рудопрояву [6—7] — з лейкократових (з фероєденітовою роговою обманкою і біотитом) сієнітів верхньої та з мезо- і лейкократових (амфібол-біотитових і біотитових) сієнітів головної розшарованих серій, з егірін-рибекітових сієнітів кварцового ядра та відслонень кварцових брил у південно-східній частині масиву. Ступінь кристалічності (зона когерентного розсіювання — ЗКР) та параметр елементарної комірки (a) для зразків флюориту з першого об'єкта відповідно дорівнюють $19 \div 295$ і $0,5458 \div 0,5471$ нм, з другого — $112 \div 329$ і $0,5466 \div 0,5471$ нм.

Обсяг накопиченої до цього часу інформації про природу і розподіл домішкових і структурних дефектів у флюориті, що спирається на надійну ідентифікацію та розмаїття моделей оптично активних центрів (ОАЦ) — кубічних, тетрагональних, ромбічних і тригональних [5, 8, 9, 13, 14], дає змогу використовувати деякі усталені й специфічні їхні комбінації в типоморфному аналізі. Наприклад, високі концентрації (в ум. од.) ромбічних ОАЦ — $\text{Er}^{3+} \cdot \text{Na}^+$ (541 нм) і $\text{Dy}^{3+} \cdot \text{Na}^+$ (582 нм) вказують на приналежність флюориту до рідкіснометалевої формації лужних порід [5, 10, 11]. Зменшення значення співвідношення концентрації ОАЦ іонів REE ітрієвої і церієвої підгруп у флюориті — параметра $\Sigma \text{HREE}^{3+} / \Sigma \text{LREE}^{3+}$ (геохімічного індикатора спрямованості процесів кристалізаційної диференціації) — властиві флюориту, що послідовно кристалізувався за безперервного падіння лужності вмісних порід. Співвідношення концентрацій тетрагональних $\text{Dy}^{3+} \cdot \text{F}_i^-$ (759 нм) і тригональних $\text{Dy}^{3+} \cdot \text{OH}^-$ (573 нм) ОАЦ — параметр $\text{Dy}^{3+} \cdot \text{F}_i^- / \text{Dy}^{3+} \cdot \text{OH}^-$ — віддзеркалює еволюційні зміни водного режиму флюїдів. Концентрацію домішок у флюориті можна оцінити за співвідношенням сум концентрацій ОАЦ на домішкових і власних дефектах структури — параметром $\Sigma_{\text{доміш}} / \Sigma_{\text{деф}}$ де $\Sigma_{\text{деф}} = \Sigma_{V_k + M}$ (смуга V_k -центрів з $\lambda_{\text{max}} = 280$ нм пов'язана з власними дефектами на катіонних вакансіях, а M-центрів з $\lambda_{\text{max}} = 750$ нм — на аніонних ($2V_{F^-}$) [14]). Отримані спектри РЛ флюориту Суцано-Пержанської зони показано на рис. 1.

Частоти власних коливань флюориту в ІЧ-спектрі поглинання знаходяться у дальній області спектра поза діапазоном спектральних приладів, використаних у дослідженні. Тому в ІЧ-спектрах флюориту з обох рідкіснометалевих об'єктів (рис. 2, 3) спостерігаються лише смуги власних дефектів структури цього мінералу або механічних домішок різних за складом карбонатів і силікатів. Смуги з частотою 1647 см^{-1} деформаційних коливань ($\delta_{\text{H}_2\text{O}}$) і $\sim 3400\text{ см}^{-1}$

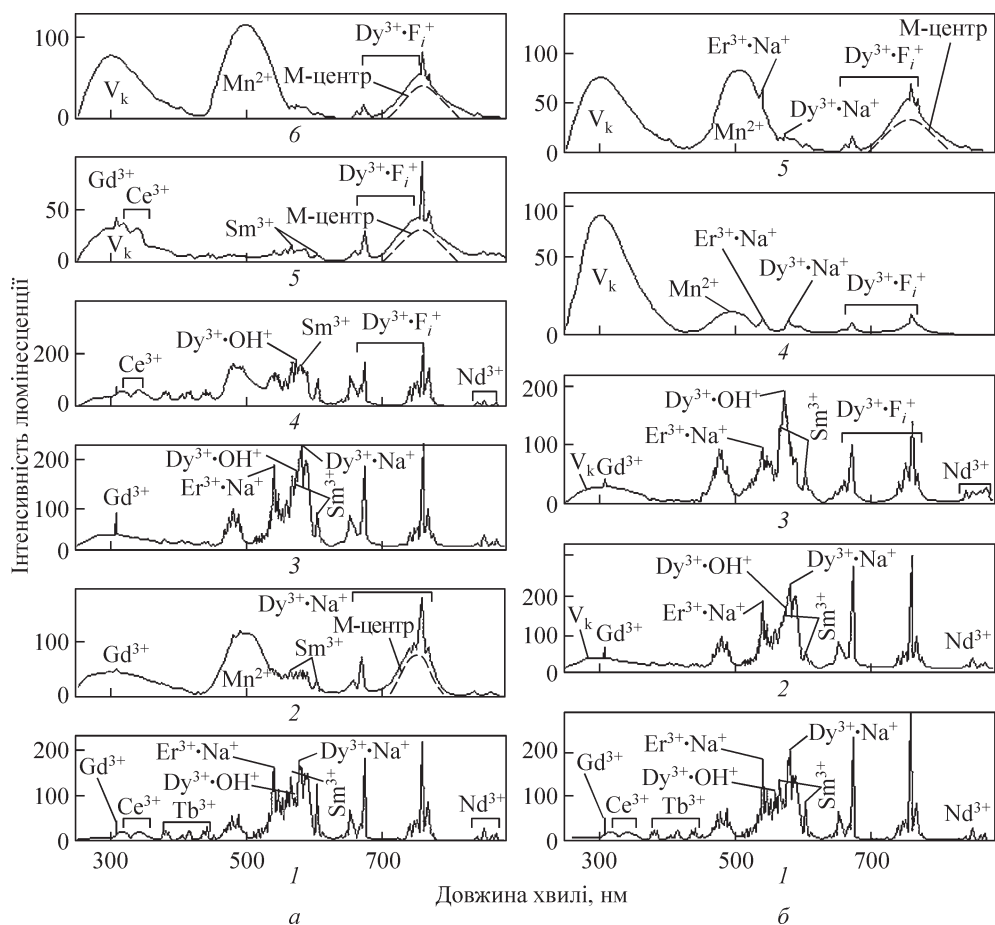


Рис. 1. Спектри рентгенолюмінесценції флюориту Суцано-Пержанської зони: *а* — Пержанське берилієве родовище: 1 — прозоре безбарвне вкраплення в егіринових пержанських гранітах, св. 21с, гл. 1171,2 м; 2 — темно-фіолетовий з тріщини в пержанському граніті з голубим кварцем; 3 — фіолетовий з кварц-флюоритового прожилку в граніт-порфірі; 4 — буро-жовте вкраплення у польовошпатових метасоматитах, відвали шахти № 2; 5, 6 — вишнево-фіолетовий з тріщини в метасоматиті, відвали шахти № 2; *б* — Яструбецький Zr-REE-Y рудопояв: 1 — прозоре безбарвне вкраплення в егірин-рибекітових сієнітах, св. 23с, гл. 299 — 300 м; 2 — фіолетове вкраплення в лейкократових сієнітах 23с, гл. 111—113 м; 3, 4 — прозорий блідо-зелений відповідно з гнізда і прожилку у відслоненнях кварцових брил; 5 — з гнізда у розсланцьованому біотитовому грейзені, св. 23с, гл. 10 м

Fig. 1. X-ray luminescence spectra of fluorite from Sushchany-Percha zone: *a* — Percha Be deposit: 1 — clear colorless embedded in the Percha aegirine granite, well 21c, depth — 1171.2 m; 2 — dark purple from the crack in Percha granite with blue quartz; 3 — purple from quartz-fluorite veinlet in granite-porphury; 4 — brownish-yellow embedded in feldspar metasomatites, dumps of mine N 2; 5, 6 — cherry purple from cracks in metasomatites, dumps of mine N 2; *б* — Yastrubetske Zr-REE-Y ore occurrence: 1 — transparent colorless embedded in aegirine-ribecite syenite, well 23c, depth 299—300 m; 2 — purple embedded in leucocratic syenite, well 23c, depth 111—113 m; 3, 4 — transparent pale green, respectively, from the sockets and veinlets in outcroppings of quartz lumps; 5 — from the socket in biotite greisen, well 23c, depth 10 m

валентних коливань ($\nu_{\text{H}_2\text{O}}$) та частотою $\sim 1735\text{—}1740$ ($\delta_{\text{H}_2\text{O}}$) і 3265 cm^{-1} ($\nu_{\text{H}_2\text{O}}$), що пов'язані з поглинанням відповідно вакуольної води (у включеннях) і структурно зв'язаної води [15], було зафіксовано в ІЧ-спектрах усіх вивчених флюоритів. У спектрах зразків з високою концентрацією вакуольної води, на-

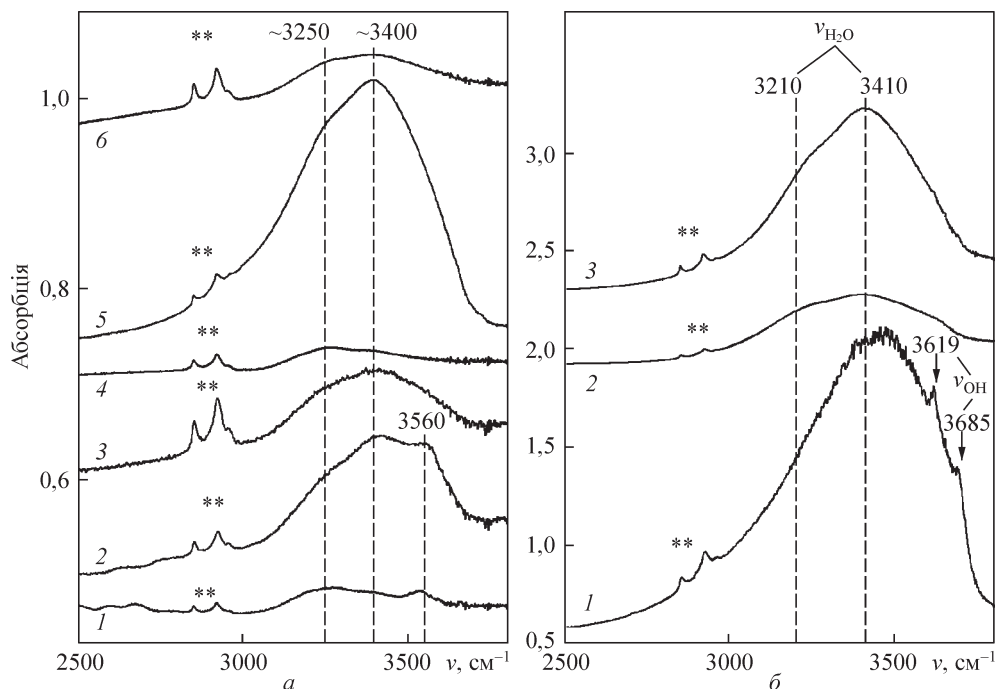


Рис. 2. ІЧ-спектри флюоритів Пержанського берилієвого родовища у спектральному діапазоні 2500—3800 см^{-1} : *a* — пержанські граніти, св. 21с: 1 — гл. 8 м; 2 — гл. 1200 м; 3, 4 — гл. 1446,5 м (різні ділянки одного зерна); 5 — пержанський граніт з голубим кварцем; *б* — граніт-порфір; *б* — 1 — вкраплення у гентгельвінвмісному альбіт-мікроклін-пертитовому метасоматиті; 2, 3 — відповідно з гнізд і прожилків у гентгельвінвмісному метасоматиті; зірочки — паразитне поглинання

Fig. 2. IR-spectra of fluorites from Purga Be deposit in 2500—3800 cm^{-1} spectral range: *a* — Perga granites, well 21c: 1 — depth 8 m; 2 — depth 1200 m; 3, 4 — depth 1446.5 m (different areas of a single grain); 5 — Perga granite with blue quartz; *б* — granite-porphyrates; *б* — 1 — embedding in genthelvite-bearing albite-microcline-perthite metasomatites; 2, 3 — from sockets and veinlets in genthelvite-bearing metasomatites, respectively; the stars — parasitic absorption

приклад, з пержанських гранітів з голубим кварцем (рис. 2, *a*: 5), чи з гентгельвінвмісних сієнітів (рис. 2, *б*: 1, 3), її смуга валентних коливань $\sim 3400 \text{ см}^{-1}$ накладається на смугу структурної води 3265 см^{-1} , маскуючи останню (рис. 2, 3). Проте порівняння ІЧ-спектрів різних зон таких кристалів виявляє наявність смуг поглинання обох типів води, що підтверджується наявністю слабких смуг $\sim 1735\text{—}1740 \text{ см}^{-1}$ $\delta_{\text{H}_2\text{O}}$ структурно зв'язаної води (рис. 2, *a*: 3, 4; рис. 3, *a*: 3, I, II).

Аналіз спектрів РЛ флюориту показав, що кристали з егірін-рибекітових різновидів пержанських гранітів (рис. 1, *a*: 1) з Пержанського берилієвого родовища і сієнітів (рис. 1, *б*: 1) з Яструбецького Zr-REE-Y рудопрояву за співвідношенням інтенсивності смуг і ліній різних ОАЦ практично ідентичні. Типоморфну асоціацію ОАЦ у цих флюоритах формують високі концентрації ОАЦ $\text{Er}^{3+}\cdot\text{Na}^+$ (541 нм), $\text{Dy}^{3+}\cdot\text{Na}^+$ (582 нм), $\text{Dy}^{3+}\cdot\text{F}_i^-$ (673 і 759 нм) та Ce^{3+} (320 і 340 нм) і Sm^{3+} (568 і 605 нм). $\Sigma\text{HREE}^{3+} / \Sigma\text{LREE}^{3+} \sim 1,1 \div 1,3$. Близькі за спектрами РЛ також флюорити з граніт-порфірів (рис. 1, *a*: 3) і лейкократових сієнітів верхньої та головної розшарованих серій (рис. 1, *б*: 2). Порівняно з вищеописаними для них характерні помітно менша концентрація ОАЦ Sm^{3+} та відсутність ОАЦ Ce^{3+} ; $\Sigma\text{HREE}^{3+} / \Sigma\text{LREE}^{3+} \sim 1,7 \div 3,1$. Подібну тенденцію зміни складу ОАЦ зареєстро-

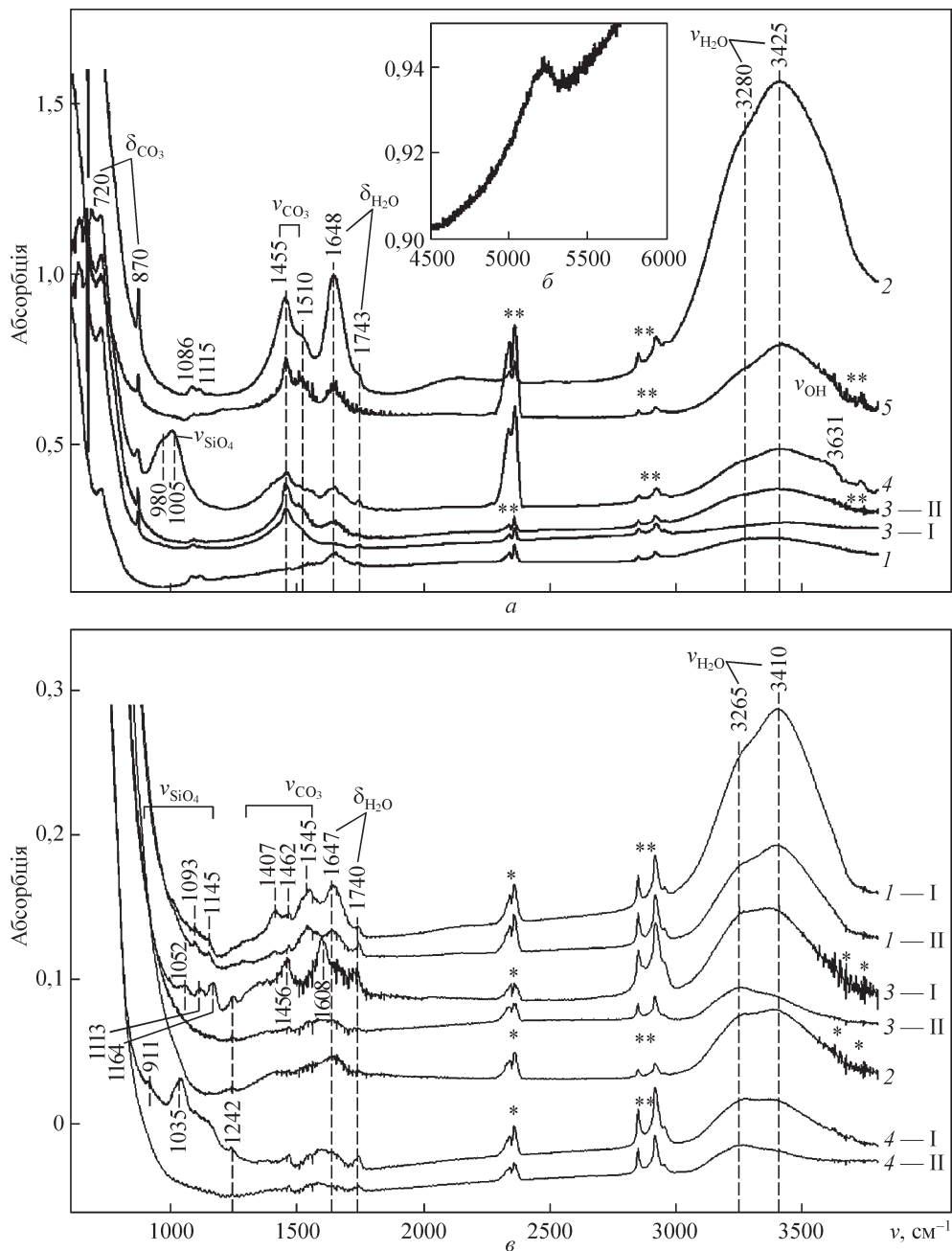


Рис. 3. ІЧ-спектри флюоритів Яструбецького Zr-REE-Y рудопрояву: *a, в* — діапазон 600—3800 см⁻¹; *б* — ближня ІЧ-область, діапазон 4500—6000 см⁻¹; *a, б* — сієніти, св. 23с: 1 — 1494—1494,6 м; 2 — 1302,5—1302,8 м; 3 — 363,4—363,9 м; 4 — 183—185,5 м; 5 — 50,5—53,6 м; *в*: 1 — гніздо в тектонічній брекчії по сієніту; 2—4 — із гнізд у кварцових брилах; I, II — різні зони одного кристала; зірочки — паразитне поглинання

Fig. 3. IR-spectra of fluorites from Yastrubetske Zr-REE-Y ore occurrence: *a, в* — 600—3800 cm⁻¹ spectral range; *б* — Near Infrared region of spectra, 4500—6000 cm⁻¹ spectral range; *a, б* — syenites, well 23с: 1 — 1494—1494.6 m; 2 — 1302.5—1302.8 m; 3 — 363.4—363.9 m; 4 — 183—185.5 m; 5 — 50.5—53.6 m; *в*: 1 — the socket in tectonic breccia syenite; 2—4 — from sockets in outcroppings of quartz lumps. I, II — different zones of a single crystal; the stars — parasitic absorption

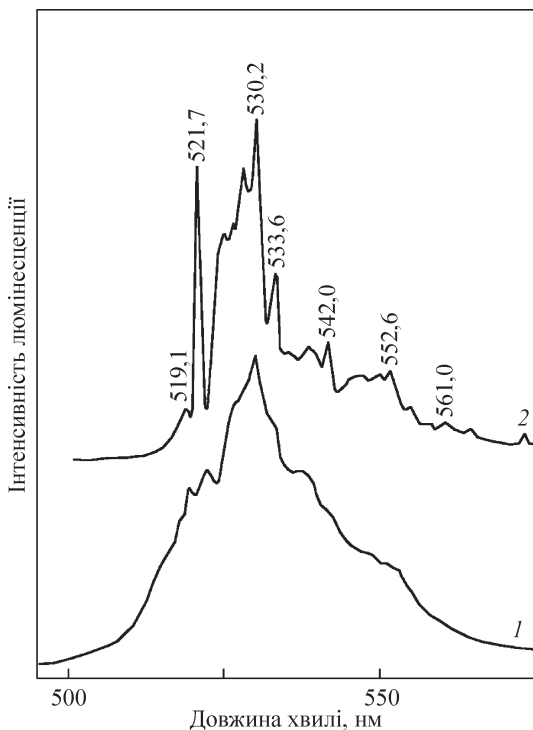


Рис. 4. Спектри ФЛ іонів U^{6+} у прожареному U-вмісному флюориті (1173 K, 20 хв). Спектри записано при 300 (1) і 77 K (2)

Fig. 4. PhL spectra of U^{6+} ions in annealed U-bearing fluorite (1173 K, 20 min). Spectra were recorded under the temperatures 300 (1) and 77 K (2)

вано у флюориті з егірин-рибекіт-арфведсонітових і аніт-кварц-польовошпатових гранітоїдів Катугінського Nb-Ta-Zr-REE родовища (Росія) [10, 11].

У спектрах РЛ пержанських гранітів (рис. 1, а: 1) і сієнітів (рис. 1, б: 1, 2) інтенсивність лінії ОАЦ $Dy^{3+} \cdot OH^-$ (573 нм) зафіксовано на межі чутливості приладу, але вже достатньо помітна у спектрах кристалів з граніт-порфірів (рис. 1, а: 3). Навпаки, домінуюча інтенсивність лінії $Dy^{3+} \cdot OH^-$ у спектрах РЛ, що повністю змінює їхню конфігурацію, власти-

ва флюориту з гнізд у кварцових брилах Яструбецького масиву (рис. 1, б: 3). Це комплементується з наявністю чітких смуг поглинання валентних (смуга $3265\text{—}3280\text{ см}^{-1}$) і деформаційних ($\sim 1740\text{ см}^{-1}$) коливань структурно зв'язаної води в ІЧ-спектрах цих кристалів (рис. 3, в: 2—4).

Для спектрів РЛ флюориту з гентгельвінвмісних метасоматитів, як і для флюориту з егірин-рибекітових пержанських гранітів, також характерні смуги Se^{3+} (320 і 340 нм) та лінії Sm^{3+} (568 і 605 нм) (див. рис. 1, а: 4, 5). Однак лінії ОАЦ Er^{3+} і Dy^{3+} з компенсацією надлишкового заряду іонами Na^+ (відповідно 541 і 582 нм) у спектрах кристалів вкрапленого флюориту з метасоматитів мають незначну інтенсивність, а в тих, що виповнюють тріщини, і зовсім відсутні.

Тенденція до накопичення Mn у флюориті пізніх генерацій властива обом досліджуваним рідкіснометалевим об'єктам. Установлено, що в спектрах РЛ кристалів, зокрема з пержанських гранітів з голубим кварцем та різних грейзенових утворень, між високою інтенсивністю смуг Mn^{2+} (480 нм) і V_k -центрів існує пряма кореляція (див. рис. 1, а: 2, 6; б: 4, 5). У цих зразках спостерігається також зменшення сумарної концентрації ОАЦ на домішкових іонах (величина $\Sigma_{\text{доміш}} / \Sigma_{\text{деф}} \leq 1$) і зростає частка ОАЦ $\Sigma HREE^{3+}$.

У спектрах ФЛ прожареного (1173 K, 20 хв) флюориту (рис. 4) із сієнітів у геологічному розрізі св. 23с (1500 м), пробуреної в центрі Яструбецького масиву, виявлено лінії іонів U^{6+} (електронна оболонка $5f^1$, основний стан $^2F_{5/2}$ [14]) (рис. 4). Припускають [14], що уран входить у структуру природного флюориту в позиції Ca^{2+} у формі U^{3+} . Яскраво-зелене випромінювання іонів U^{6+} у прожарених кристалах, яке може бути суцільним, розподілятися по зонах чи мати крапчастий характер, на наш погляд, свідчить про накладений характер ізоморфного входження урану в структуру флюориту. Це підтверджується повною відсутністю ОАЦ U^{6+} у прожареному флюориті з керна св. 3113 (1500 м).

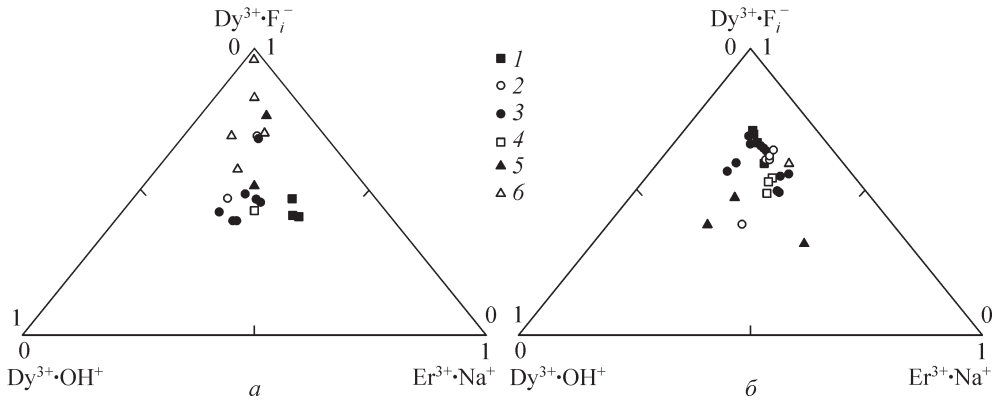


Рис. 5. Співвідношення концентрації центрів РЛ — $\text{Dy}^{3+}\cdot\text{F}_i^-$, $\text{Dy}^{3+}\cdot\text{OH}^-$ і $\text{Er}^{3+}\cdot\text{Na}^+$ — у флюориті Суцано-Пержанської зони: *a* — Пержанське берилієве родовище: 1 — вкраплення у пержанських гранітах; 2 — з тріщини в пержанському граніті з голубим кварцем; 3 — з прожилку в граніт-порфірі; 4 — вкраплення у гентгельвінвмісних метасоматитах; 5, 6 — відповідно з гнізд і прожилків у метасоматитах; *б* — Яструбецький Zr-REE-Y рудопрояв: 1, 3 — відповідно з лейкократових сієнітів верхньої і головної розшарованих серій; 2 — з рибекіт-егіринових сієнітів центрального ядра (за [6]); 4 — з пегматоїдного сієніту, св. 510, гл. 23 м; 5 — з гнізда у біотитовому грейзені, св. 23с, гл. 10 м; 6 — з гнізд і прожилків у відслоненнях кварцових брил

Fig. 5. Concentration ratio of X-Ray luminescence centers — $\text{Dy}^{3+}\cdot\text{F}_i^-$, $\text{Dy}^{3+}\cdot\text{OH}^-$, $\text{Er}^{3+}\cdot\text{Na}^+$ — in fluorite of Sushchany-Perga zone: *a* — Perga Be deposit: 1 — embedding in Perga granites; 2 — from the cracks in Perga granite with blue quartz; 3 — from veinlets in granite-porphiry; 4 — embedding in genthelvite-bearing metasomatites; 5, 6 — from sockets and veinlets in metasomatites, respectively; *б* — Yastrubetske Zr-REE-Y ore occurrence: 1, 3 — respectively, from leucocratic syenites of laminated top and the main series; 2 — from ribecite-aegirine syenites of the central core (by [6]); 4 — from pegmatite-like syenite, well 510, depth 23 m; 5 — from the socket in biotite greisen, well 23c, depth 10 m; 6 — from the sockets and veinlets in outcroppings of quartz lumps

Спорадичне поширення U-вмісного флюориту зафіксовано і у відкладах Пержанського берилієвого родовища. За даними ICP-MS, вміст U у флюоритах з граніт-порфірів становить 3,5 ppm, у кристалах з пержанських гранітів — 22,3 і сягає 112—208 ppm у флюориті з тріщин гідротермального наповнення в метасоматитах. Особливість U-вмісного флюориту останніх — червоний полиск темно-фіолетових кристалів, висока концентрація ОАЦ на власних дефектах структури, а саме М-центрів ($2V_{\text{F}^-}$), і найнижчі значення (19—97 нм) ЗКР. Транспортування урану, ймовірно, пов'язане з висхідними глибинними флюор-карбонатними флюїдами в зонах тектонічної тріщинуватості. Заміщення колумбіту U-пірохлором в інтенсивно альбітизованих і окварцованих егіринових пержанських гранітах, що зафіксовано на гл. 1172, 2 м (св. 21с) [2], швидше за все є також наслідком дії таких U-вмісних флюїдів.

На потрійній діаграмі у координатах співвідношення концентрації ОАЦ $\text{Dy}^{3+}\cdot\text{F}_i^-$, $\text{Dy}^{3+}\cdot\text{OH}^-$ і $\text{Er}^{3+}\cdot\text{Na}^+$ фігуративні точки зразків пізніх генерацій флюориту Пержанського берилієвого родовища зміщуються у напрямку зростання концентрації $\text{Dy}^{3+}\cdot\text{F}_i^-$ (рис. 5, *a*), а Яструбецького Zr-REE-Y рудопрояву — в бік $\text{Dy}^{3+}\cdot\text{OH}^-$ (рис. 5, *б*). Це свідчить про різне співвідношення води і флюору у складі легких компонентів флюїдів у цих об'єктах. Так, за приблизною оцінкою, виконаною на основі порівняння інтегральної інтенсивності валентних коливань смуг поглинання в ІЧ-спектрах, максимальний сумарний вміст обох типів води (вакуольної і структурно зв'язаної) виявлено у флюоритах з вкраплень, гнізд і

прожилків у гентгельвінвісних метасоматитах (див. рис. 2, б). У 5—10 і більше разів нижчим є вміст води у флюоритах з егірин-рибекітових пержанських гранітів (рис. 2, а) і сієнітів Яструбецького рудопрояву (рис. 3, а, в).

Низьку кристалічність морфологічних різновидів флюориту з метасоматитів Пержанського родовища пов'язують з високим ступенем гідратації кристалів і процесами гетеровалентного ізоморфізму, в тому числі LREE і U. Вкраплений флюорит в егірин-рибекітових пержанських гранітах цього родовища та сієнітів центрального ядра Яструбецького рудопрояву — один з перших продуктів магматичної кристалізації флюорвмісного розплаву, що внаслідок ліквідаційних процесів відокремився від силікатного [10]. Флюорит з гнізд у кварцових брилах (кварцовий грейзен) Яструбецького масиву утворився на останніх етапах кристалізаційної диференціації та, на нашу думку, не зазнав впливу аутометасоматичної переробки.

Виявлені варіації в кристалохімічних особливостях флюориту з відкладів двох різних магматичних систем у межах Суцано-Пержанської тектонічної зони вказують на неоднорідність складу рідкісних і легких компонентів їхніх материнських джерел і свідчать про багатостадійність умов кристалізації цього мінералу, що пов'язані для Пержанського берилієвого родовища з інфільтраційними метасоматичними процесами, а для Яструбецького Zr-REE-Y рудопрояву — з процесами кристалізаційної диференціації глибинної магми.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Безпалько Н.А. Петрологія і акцесорні мінерали гранітів та метасоматитів Північної Волині. К.: Наук. думка, 1970. 163 с.
2. Бучинская К.М., Нечаев С.В. Тантал-ниобиевая минерализация Пержанского рудного узла (Украинский щит). *Минерал. журн.* 1994. Т. 16, № 1. С. 15—29.
3. Галецький Л.С., Романюк Л.С. Геолого-геохімічні умови формування Пержанського родовища гентгельвіну. *Записки Укр. мінерал. тов-ва.* 2011. Т. 8. С. 41—44.
4. Гинзбург А.И. Минералы — индикаторы оруденения. *Международ. геол. конгр. XXIV сессия.* М.: Наука, 1980. С. 176—182.
5. Красильщикова О.А., Таращан А.Н., Платонов А.Н. Окраска и люминесценция природного флюорита. К.: Наук. думка, 1986. 224 с.
6. Кривдик С.Г., Нечаев С.В., Ткачук В.И. Новые данные об амфиболах сиенитов Ястребцекого массива (Украинский щит). *Докл. АН УССР.* 1985. Т. 10, серия Б. С. 16—19.
7. Кривдик С.Г., Ткачук В.И. Петрология щелочных пород Украинского щита. К.: Наук. думка, 1990. 408 с.
8. Лукс Р.К., Ливанова Л.Д., Столов А.Л. Кислородные центры в системах $\text{CaF}_2 : \text{Dy}^{3+}$ и $\text{Sr CaF}_2 : \text{Dy}^{3+}$. *Физика твердого тела.* 1969. Т. 11, вып. 8. С. 2241—2247.
9. Лукс Р.К., Сайткулов И.Г., Столов А.Л. Оптические спектры монокристалла CaF_2 , активированного Dy^{3+} . *Физика твердого тела.* 1969. Т. 11, вып. 2. С. 261—264.
10. Лупашко Т.М., Ільченко К.О., Кульчицька Г.О., Шурига Т.М. Два генетичні типи флюориту в породах з рідкіснометальною мінералізацією. *Геохімія та рудоутворення.* 2009. № 27. С. 77—80.
11. Лупашко Т.Н., Шурига Т.Н., Силаев В.И., Таращан А.Н., Багмут Н.Н., Калиниченко А.М., Таран М.Н. Распределение спектроскопически активных центров во флюорите редкометалльных месторождений как отражение эволюции процессов рудообразования. *Минерал. журн.* 2007. Т. 29, № 3. С. 82—92.
12. Металиди С.В., Нечаев С.В. Суцано-Пержанская зона. К.: Наук. думка, 1983. С. 136.
13. Смолянський П.Л. Ромбічні центри $\text{Er}^{3+}\text{Na}^+$ в кристаллах флюорита. *Зп. Всесоюз. мінерал. об-ва.* 1975. № 1. С. 74—79.
14. Таращан А.Н. Люминесценция минералов. К.: Наук. думка, 1978. 296 с.
15. Юхневич Г.В. Инфракрасная спектроскопия воды. М.: Наука, 1972. 208 с.

Надійшла 09.02.2016

Т.Н. Лупашко, Е.А. Ильченко, Е.Е. Гречановская

**ФЛЮОРИТ ИЗ РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
СУЦЦАНО-ПЕРЖАНСКОЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ЗОНЫ
(УКРАИНСКИЙ ЩИТ): КРИСТАЛЛОХИМИЯ
И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ**

Методами люминесценции, инфракрасной спектроскопии и рентгеновского анализа изучены кристаллохимические особенности флюорита из редкометалльных отложений Суццано-Пержанской тектонической зоны (Волинский мегаблок, Украинский щит). Выявлена генетическая информативность качественного состава ассоциаций оптически активных центров во флюорите в процессе эволюционных изменений физико-химических параметров минералообразующей среды. Сделан вывод, что кристаллизация флюорита Ястребецкого Zr-TR-Y рудопроявления обусловлена процессами кристаллизационной дифференциации глубинной магмы, а Пержанского бериллиевого месторождения — инфильтрационными метасоматическими процессами.

Ключевые слова: флюорит, редкометалльные породы, спектры люминесценции, ИК-спектры, генетические особенности.

T.M. Lupashko, K.O. Ilchenko, O.E. Grechanovska

**FLORITE FROM RARE-METAL DEPOSITES
OF SUSCHANY-PERGA TEKTONIC ZONE (UKRAINIAN SHIELD):
CRYSTAL CHEMISTRY AND GENETIC FEATURES**

Crystal chemistry peculiarities of fluorite from rare-metal deposits of Sushchany-Perga tectonic zone (Volyn block of the Ukrainian Shield) were investigated by means of luminescence, infrared spectroscopy and X-ray analysis. The authors have revealed genetic informativeness of fluorite optically active centers qualitative composition under evolutionary changes in physical and chemical characteristics of mineral-forming medium. It was established that the processes of the deep magma crystal differentiation dominated during the crystallization of fluorite in Yastrubetske Zr-REE-Y ore occurrence, while the infiltration metasomatic processes dominated in Perga Be deposits.

Keywords: fluorite, rare-metal rocks, spectra of luminescence, infra-red spectra, genetic features.