

ГЕОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА (МІКРОЕЛЕМЕНТНИЙ СКЛАД) БАХТИНСЬКОГО РОДОВИЩА ФЛЮОРИТУ

Е.Я. Жовинський, Н.О. Крюченко, О.А. Жук, М.В. Кухар, К.Е. Дмитренко

*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України
03142, просп. акад. Палладіна, 34, Київ, Україна*

Охарактеризовано особливості мікроелементного складу кристалічних порід, рудовмісних товщ і флюоритів Бахтинського родовища, розташованого на південно-західному схилі Українського щита (Подільська тектонічна зона). Установлено типові асоціації елементів-домішок у кристалічних породах: гнейси піроксен-плагіоклазові – Ag, Co; гнейси гранат-біотитові – Ni, Be, Li; чарнокіти (граніти, гранодіорити) – Cu, Ni; граніти рожево-сірі, різнозерністі до пегматоїдних – Li, Cu, La, Ni; граніти гранат-біотитові – Sr, Ni; граніти чуднів-бердичівські – Ba, Ga, Co, Cu, Be, Ni. Визначено, що флюоритвмісні пісковики вкрапленої текстури руд збіднені на мікроелементи, а сферолітової – збагачені на Ba, Mn, Li, Y, P, Cu. Виявлено, що вміст домішок у флюориті (незначний) – Mn, V, Ba, Sr, Li, Rb. Доведено, що найбільш значущими хімічними елементами для фіксації розломів і виявленні рудопроявів є F, Li, Mn. За отриманими даними виникають підстави для уточнення генезису рудопроявів флюориту.

Ключові слова: флюорит, Бахтинське родовище, мікроелементи, фтор, стратиформні відклади.

Вступ. Бахтинське родовище флюориту (відкрите 1962 року Е.Я. Жовинським) з розвіданими запасами руди понад 10 млн тонн (1,98 млн тонн флюориту) розташоване у Подільській тектонічній зоні [2, 3]. Зруденіння формувалося у слабко змінених породах, що призводило до подальшого перерозподілу флюориту в умовах епігенезу та утворення вкраплених руд. Це й є причиною нечітких границь із вмісними породами [4, 6]. Найпоширенішими у межах Бахтинського родовища флюориту є пласто- та лінзоподібні поклади (середньою потужністю близько 1 м) за підпорядкованої ролі значенні січних жильних тіл. Їх промислове значення обумовлено великими запасами і витриманістю рудних тіл за простяганням і падінням, що створює сприятливі умови для експлуатації. У 2000 р. за підсумками майже 40-річних робіт Державною комісією України по запасам корисних копалин затверджено запаси флюоритових руд родовища та рекомендовано прове-

дення його промислово-дослідної розробки [3]. Флотаційна схема збагачення руд забезпечує отримання високоякісного флюоритового, польовошпатового концентратів і кварцового продукту. На сьогодні Бахтинське родовище флюориту не розробляється.

Родовище в геологічному відношенні досить добре вивчено (Е.Я. Жовинський, Г.І. Кірілов, Ю.О. Новосельцев, Є.І. Деревська, О.І. Зарицький, С.В. Нечаєв та ін.). Однак, питання генезису родовища є дискусійним. Визначення мікроелементного складу (до 0,01 %) кристалічних порід, рудовмісних товщ і флюоритів родовища може дати підстави для прогнозу і пошуків нових рудопроявів плавикового шпату в Подільській тектонічній зоні.

Об'єктом дослідження є фторвмісні породи, флюоритові руди, монофракції флюориту Бахтинського родовища.

Мета дослідження. Визначення особливостей фторвмісних порід, флюоритових руд, монофракцій флюориту Бахтинського родовища флюориту за мікроелементним складом.

© Жовинський Е.Я., Крюченко Н.О., Жук О.А., Кухар М.В., Дмитренко К.Е., 2018

Методи досліджень. Вміст мікроелементів у флюориті та пісковиках визначено за допомогою кількісного спектрального та рентгенолюмінесцентного методів аналізу, фтору – хімічного та потенціометричного аналізу в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України та Державному підприємстві «Українська геологічна компанія».

Коротка геологічна характеристика. Бахтинське родовище флюориту розташоване на лівому березі середньої течії р. Дністер (південно-західний схил Українського щита), в зоні перетину Подільського та Брестсько-Шепетівського глибинних розломів, що являє собою Лядівську кільцеву тектоно-магматичну структуру довжиною до 30 км [6]. Територія характеризується відносно широким розвитком плавишкошпатової мінералізації, поєднаної зі свинцево-цинковою і баритовою, локалізованою у комплексах валдайської серії венду. Геолого-структурна схема розташування Бахтинського родовища представлена на рис. 1.

Родовище належить до гідротермального малосульфідного стратиформного типу, руди метасоматичні карбонатно-флюоритові та кварц-польовошпат-флюоритові. Провідне значення у формуванні гідротермальних розчинів мають магматичні осередки. Унаслідок їх охолодження виділяються водяна пара та інші гази, що за подальшого охолодження формують розчини з рудними елементами [1]. Взаємодія термальних порових або гідротермальних розчинів із породою призводила до формування метасоматичної зональності – від найбільш зміненої внутрішньої зони до менш зміненої зовнішньої і до незмінених порід.

Флюорит є у пісковиках у вигляді вторинного цементу заміщення, вкраплень, прожилок і жил. На рис. 2 фото представлено типові породи – жили кальциту з флюоритом у пісковіку та ольчедаївські пісковики з флюоритом.

Текстура руди кокардова, очково-сферолітова, місцями плямиста і вкраплена. Прожилки флюориту (від 1–2 до 20–30 мм) пронизують товщі і мають довжину до 1,0–1,5 м [1]. Найкращими рудними колекторами є пісковики, потім – аргіліти і карбонатні породи.

Мінеральний склад порід. Кристалічні породи архей-протерозойського віку (гранітоїди бердичівського комплексу) – бердичівські граніти, мігматити, алохтонні лейкократові апліт-пегматоїдні граніти. Мінеральний склад порід, %: кварц – 25–30, мікроклін-пертит – 40–50, олігоклаз, біотит, хлорит, серпентин та інші – 5–7.

Тектонічна активізація призвела до утворення флюориту двох типів: епігенетично-метасоматичного у ольчедаївських пісковиках (заміщення флюоритом кальцитового цементу) і гідротермально-жильного.

Залежно від геоструктурного положення території дослідження виділено три зони: тектоно-магматичної активізації, тектонічної стабілізації та перехідну. У першій зоні основним джерелом фтору є породи вулканічної діяльності. Утворення флюориту може відбуватися безпосередньо в період активізації в результаті епігенетичних процесів і перерозподілу фтору в осадовувулканогенному матеріалі, а також метасоматичному заміщенні карбонатвмісних порід під впливом гідротермальних розчинів, збагачених фтором. Флюорит різної форми розміром від кількох міліметрів до 1,6 см, має первинні і вторинні газиво-рідинні включення.

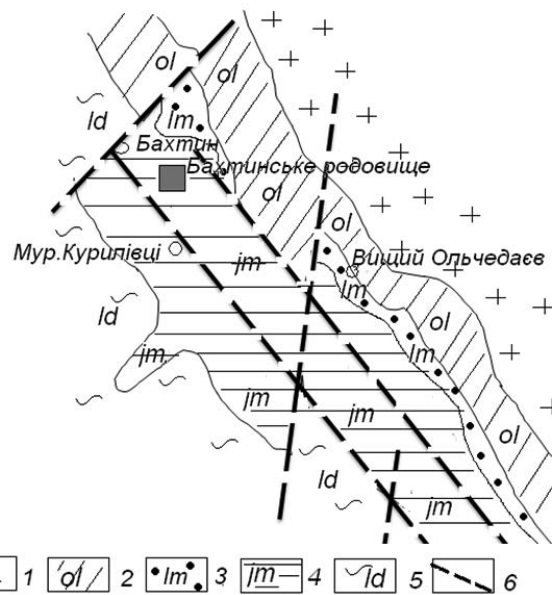


Рис. 1. Геолого-структурна схема Подільської зони (фрагмент): 1 – породи докембрійського кристалічного фундаменту, 2 – пісковики ольчедаївських верств, 3 – глинисті сланці і алевроліти ломозівських верств, 4 – пісковики ямпільських верств, 5 – відклади ломозівських верств (сланці, пісковики, аргіліти, алевроліти), 6 – тектонічні порушення (за матеріалами Е.Я. Жовинського)

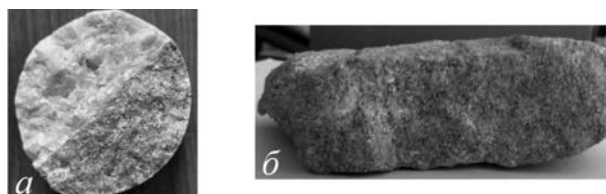


Рис. 2. Типові зразки порід, які містять флюорит: а – жила кальциту з флюоритом у пісковіку (кальцит – світле, пісок – темне), б – ольчедаївські пісковики з флюоритом

Рудовмісні пісковики за мінеральним складом належать до типу аркозових. Уламковий матеріал представлений, %: кварц – до 65, мікроклін – до 35, плагіоклаз – до 15, біотит – до 10, флюорит – до 48; акцесорні мінерали – циркон, ільменіт, гранат, монацит.

У безрудних пісковиках цемент складений кальцитом, гідрослюдами, серицитом, інколи піритом; в оплашкованих він кальцит-флюоритовий, інколи сфалерит-галеніт-флюоритовий. Характерним мінералом є дикіт: у зруденілих пісковиках є до 23 %, у безрудних – 5–8 % [1]. Кальцит у цементі пісковиків утворює кристали величиною 5–7 см, кількість його близько 3 %, у безрудних збільшується до 20 %. Крім того, в складі цементу часто присутні гідрослюди типу серициту-гідромусковіту.

Результати та обговорення. *Характеристика рудовмісних порід.* Родовище складається з розрізнених лінзоподібних тіл на площі 700 × 1200 м. Сумарна потужність рудоносних горизонтів 0,4–4,7 м, а вміст флюориту – від 5 до 48,89 % (середній – близько 15 %) [1]. На родовищі оконтурено два рудні поклади, де розраховано перспективні прогнозні ресурси категорії P_1 : поклад 1 (11,8 млн т) та поклад 2 (21,4 млн т) (рис. 3, а). Рудні поклади утворилися в результаті вибіркового заміщення первинного цементу пісковиків і часткового заміщення кластичного матеріалу (польових шпатів, кварцу) флюоритом.

Мінеральний склад порід кристалічного фундаменту є джерелом надходження мікроелементів до осадових порід. Більшість мінералів кристалічних порід характеризується вищим вмістом фтору, ніж осадові породи, %: біотит – 0,21–0,38, мусковіт – 0,05–0,07, гідробіотит – 0,10–0,16, амфібол – 0,05–0,1 та ін. [6]. У гранітах середній вміст фтору становить – 0,04–0,08 % [1].

Фтор є поширеним елементом земної кори (кларк $6,6 \times 10^{-2}$ %) і належить до легких компонентів магматогенних процесів, а також є одним із транспортерів ряду металів – берилію, олова, урану тощо.

Для аналізу мікроелементного складу кристалічного фундаменту було обрано найпоширеніші на території родовища породи – гнейси піроксен-плагіоклазові та гранат-біотитові, чарнокіти (граніти, гранодіорити), граніти рожеві, рожево-сірі, різнозерністі до пегматоїдних, граніти гранат-біотитові та контаміновані чуднів-бердичівські.

Найдавніші породи архейського віку [4] – гнейси і породи подільського чарнокітового комплексу. Гнейси піроксен-плагіоклазові та біотит-піроксен-плагіоклазові поширені в північній частині території досліджень, переважно це відслонення р. Лядової, серед гранат-біотитових гранітів. Піроксен-плагіоклазові гнейси розкриті свердловинами, вони утворюють видовжені ксеноліти. Гнейси гранат-біотитові поширені в південній частині території. З рудних мінералів гнейси міс-

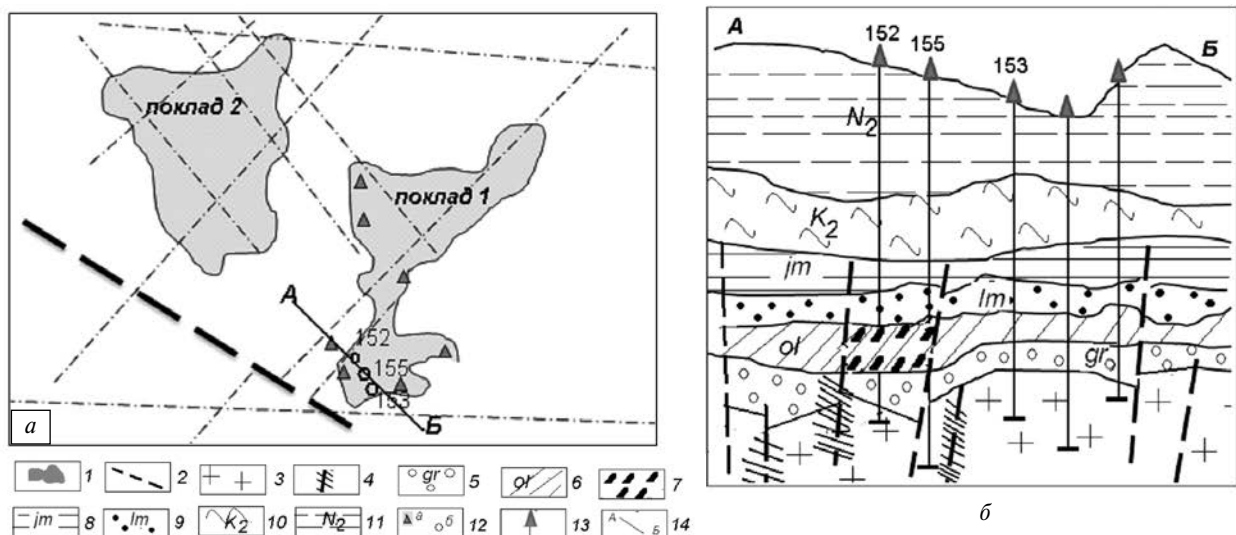


Рис. 3. Схема розташування рудних покладів Бахтинського флюоритового родовища (а) (за матеріалами Ю.Я. Новосельцева), розріз за лінією А-Б (б) (за матеріалами Е.Я. Жовинського): 1 – рудні поклади, 2 – тектонічні порушення (жирним – Сказинсько-Бужерінський розлом), 3 – мігматити і граніти фундаменту, 4 – зони флюоритових прожилків, 5 – конгломерати, брекчії, пісковики і алевроліти грушкінської світи, 6 – ольчедаївські верстви (пісковики), 7 – поклади флюориту, 8 – ямпільські верстви, 9 – ломозівські верстви, 10 – глинисто-карбонатні відклади пліоцену і верхньої крейди, 11 – пісковик-глинисті відклади пліоцену, 12 – на схемі: свердловини з наявністю прожилків флюориту (а), свердловина 152, для якої наведено геологічний розріз (див. рис. 5) (б), 13 – на розрізі: свердловини, 14 – лінія розрізу

тять поодинокі зерна ільменіту, піриту і магнетиту розміром 0,03–0,2 мм.

Чарнокіти поширені у східній частині родовища [6], утворюють невеликі тіла, що збереглися серед гранат-біотитових гранітів. Граніти рожеві, рожево-сірі, різнозерністі до пегматоїдних, широко розвинені на території (тіла мають видовжену форму і орієнтовані в північно-західному напрямку), утворюють масиви розміром понад 10–12 км уздовж серед гранат-біотитових і чуднів-бердичівських гранітів. Пегматоїдні відміни рожевих і рожево-сірих гранітів відслоненні у берегах річок. Гранат-біотитові граніти спостережено у південній частині території (відслоненні у берегах рік, утворюють виходи з висотою стінок 10 м і більше).

Чуднів-бердичівські граніти і мігматити є поширеними породами, тіла розкриті свердловинами [6]. Це сірі, темно-сірі, середньо-грубозерністі породи, що вирізняються макроскопічно тільки текстурою: граніти характеризуються масивною, а мігматити паралельною, нечіткою сланцюватою текстурою.

Для визначення мікроелементного складу порід було відібрано зразки (по 10–14 зразків

кожного типу описаних порід) і виконано їх статистичну обробку. Визначено мінімальний і максимальний вміст досліджуваних елементів (табл. 1).

З метою виявлення геохімічної спеціалізації порід побудовано ранжовані геохімічні ряди за кларком концентрації (Кк), тобто відношення вмісту елемента в даній системі до його кларку у літосфері [5]. $K_k = K_i/k_i$, де k_i – вміст i -го елемента у досліджуваній природній системі (гірська порода), K_i – кларк i -го елемента (вміст i -го елемента в літосфері).

Складено послідовність хімічних елементів за вмістом у кристалічних породах від максимального до мінімального (в дужках надано кларк концентрації). Ця послідовність відображає типізацію породи за концентрацією мікроелементів: гнейси піроксен-плагіоклазові – Ag (60) – Co (14) – Cu – Ni – Mo (5) – Ga – Be – Y – La – Yb – Zn – Zr (3–2); гнейси гранат-біотитові – Ni (25) – Be – Li (10) – Zr – Ga (6) – Ba – Y – La – Sc (2); чарнокіти (граніти, гранодіорити) – Cu (23) – Ni (15) – Ga – Ba – Y – Yb (2); граніти рожеві, рожево-сірі, різнозерністі до пегматоїдних – Li – Cu – La – Ni (3), граніти гранат-біотитові – Cr – Ni (25) – Cu –

Таблиця 1. Мікроелементний склад порід фундаменту (min–max), %

Хімічний елемент	Типи порід					
	1	2	3	4	5	6
Pb	0–0,005	0,005	0–0,001	0,001	–	0,003–0,007
Ga	0,007	0,007	0,001–0,005	0,001	0,001	0,001–0,1
Ba	0–0,03	0,001–0,1	0,03–0,1	0–0,03	0,05–0,1	0,05–0,1
Be	0,001	0,003	–	–	0,001	0,005
Mo	0,003	–	–	–	–	–
Li	–	0–0,03	–	0,01	–	0,003
Cu	0,03–0,07	0,003–0,005	0,003–0,06	0,01	0,01–0,01	0,03–0,1
Ag	0,003	–	–	–	–	0,0003
Y	0,005–0,01	0,003–0,01	0,005–0,01	–	0,003–0,007	0,005–0,01
La	0,01	0–0,01	–	0,01	–	0,01
Yb	0,001	0,001	0,001	–	0,001	0,005
Zn	0,01	–	–	–	–	0,01
Ni	0,003–0,01	0,001–0,01	0,003–0,006	0,001	0,01	0,005–0,01
Zr	0,01–0,05	0,01–0,1	0,01	0,003	0,007	0,08–0,1
Co	0,007–0,01	–	–	0,001	0,001	0,003–0,03
Sr	0,03	0,01	0,03–0,05	0,01	0,01–0,03	0,07–0,1
V	0,01	–	–	–	–	–
Sc	–	0–0,003	–	–	–	0,003
Ce	–	0,01	0,001	0,003	–	–
V	–	–	0,005–0,01	0,003	0,01	–
Ti	–	–	–	0,1	0,01–0,1	–
Cr	–	–	–	–	0,03–0,05	–

Примітка: 1 – гнейси піроксен-плагіоклазові, 2 – гнейси гранат-біотитові, 3 – чарнокіти (граніти, гранодіорити), 4 – граніти рожеві, рожево-сірі, різнозерністі до пегматоїдних, 5 – граніти гранат-біотитові, 6 – граніти контаміновані чуднів-бердичівські; прочерк – вміст, нижчий за чутливість аналізу.

Be (4) – Ba – Y – Yb (2), граніти контаміновані чуднів-бердичівські Ga – Co – Cu (40) – Be – Ni (25) – Yb (15) – Ag (6) – Y – La – Ba (2).

Проаналізувавши ступінь концентрації мікроелементів у породах ми визначили їх типові асоціації: гнейси піроксен-плагіоклазові збагачені Ag, Co, гнейси гранат-біотитові – Ni, Be, Li, чарнокіти (граніти, гранодіорити) – Cu, Ni, граніти рожеві, рожево-сірі, різнозерністі до пегматоїд-

них – Li, Cu, La, Ni; граніти гранат-біотитові – Cr, Ni, граніти контаміновані чуднів-бердичівські – Ga, Co, Cu, Be, Ni.

Флюоритові руди. Рудна мінералізація утворилася в інтервалі температур від 250–200 до 70–50 °С. Пластоподібні рудні тіла потужністю біля 1 м залягають на глибині 40–120 м. Верхній рудний пласт розташований під товщею аргілітів, що відіграють роль екрану, нижній пласт розташова-

Таблиця 2. Середній вміст хімічних елементів у рудовмісній товщі, $n \times 10^{-3} \%$

Хімічні елементи	Номер свердловини (горизонти: н – надрудний, р – рудний, п – підрудний)								
	152н	152р	152п	153н	153р	153п	155н	155р	155п
P	319,0	45,0	335,4	20,0	32,6	43,0	40,8	33,0	139,1
Tl	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Pb	2,2	1,7	2,4	0,1	1,3	2,0	1,3	1,2	1,7
Ga	1,3	0,8	1,3	0,1	0,6	1,2	0,1	1,0	1,4
Nb	1,0	0,1	1,0	0,1	0,9	1,0	25,0	0,9	0,9
Ge	0,1	0,1	1,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Bi	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Be	0,1	0,4	0,1	0,2	0,2	0,0	0,1	0,3	0,1
Mo	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4
Sn	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1
Li	2,4	0,1	1,4	5,2	5,1	1,5	5,3	3,9	1,6
Cu	2,9	2,6	3,1	2,6	1,9	2,5	1,4	2,0	3,4
Ag	1,1	6,6	0,7	6,4	3,8	0,7	4,7	3,9	0,9
Y	0,1	1,5	0,8	1,0	1,1	0,6	0,7	1,3	0,6
La	3,2	3,8	3,2	2,0	3,2	2,8	2,9	3,4	3,4
Ce	3,7	3,4	3,9	1,0	3,0	2,1	2,5	3,1	3,2
Yb	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Zn	–	1,4	7,5	5,0	1,9	5,8	1,3	2,5	5,6
Ni	3,6	2,2	3,9	4,5	2,5	3,9	2,7	2,5	4,8
Co	1,6	0,3	1,6	0,9	0,6	1,1	0,4	0,8	1,9
Cr	8,1	4,3	9,0	3,4	3,2	7,0	2,2	3,8	7,9
V	6,3	2,0	7,2	2,6	1,6	5,1	1,0	2,7	6,4
Mn	25,1	49,3	33,1	23,2	43,0	13,3	5,8	52,2	19,7
Ti	337,1	174,1	386,9	173,1	144,5	225,4	108,2	142,6	350,9
F, %	0,7	3,1	0,5	0,3	1,7	0,4	0,3	3,5	0,6

Примітка. прочерк – дані відсутні.

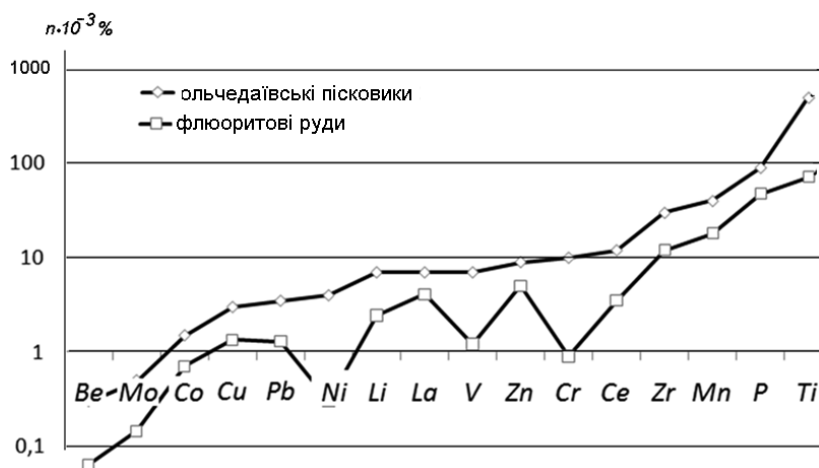


Рис. 4. Вміст хімічних елементів у ольчедаївських пісковиках та флюоритових рудах Бахтинського родовища

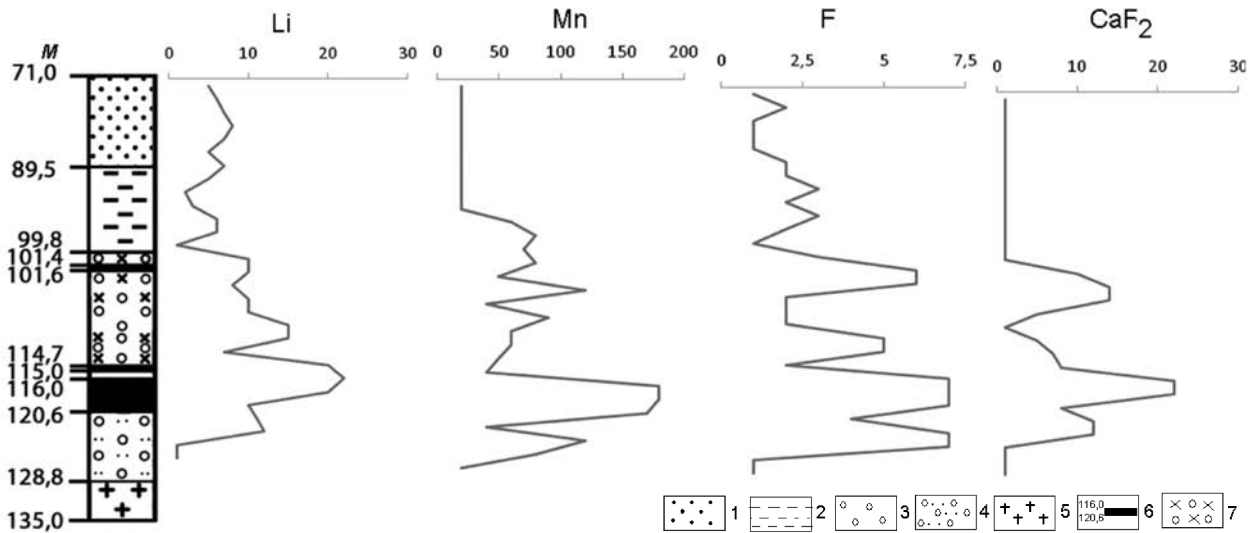


Рис. 5. Графіки розподілу вмісту Li, Mn ($n \times 10^{-3} \%$ – за даними спектрального аналізу), F (у витяжці, мг/дм³) та CaF₂ (%) у породах розрізу (за керном св. 152, матеріали Е.Я. Жовинського): 1 – пісковики ямпільських верств (Pr₂jm), 2 – аргіліти з проверстками алевролітів та пісковиків ломозівських верств (PR₂lm), 3 – пісковики ольчедаївських верств (PR₂ol), 4 – відклади грушківських верств (PR₂gr), 5 – породи кристалічного фундаменту, 6 – рудні поклади, встановлені за даними хімічного аналізу (>5 % CaF₂), 7 – наявність флюоритової мінералізації в пісковиках ольчедаївських верств

ний на 0,5–5 м нижче, часто взагалі відсутній. Найбільший вміст фтору в осадових породах пов'язаний із фосфатами, слюдами та глинистими мінералами. Всі осадові породи характеризуються високим вмістом слюнистих та глинистих мінералів. Фтор у глинистих мінералах концентрується у монтморилоніті та гідрослюдах, %: каолінит – 0,026–0,24; галуазіт – 0,018; бентоніт – 0,41; гідрослюда – 0,58; серицит – 0,18.

Прожилкова мінералізація зафіксована у породах фундаменту, ольчедаївських, ломозівських і ямпільських верстах. Для аналізу мікроелементного складу рудовмісна товща була розділена на чотири рівні (рис. 3, б): надрудний – ямпільські і ломозівські верстви (пісковики, алевроліти, аргіліти); рудний – ольчедаївські верстви пісковиків зі стратиформним зруденінням; нижньорудний – грушківські верстви (пісковики, гравеліти); підрудний – кристалічний фундамент (граніти, гранодіорити, мігматити). Вміст мікроелементів (медіана) наведено у табл. 2.

Для отримання геохімічної характеристики порід виконано статистичний аналіз та встановлено кореляційні зв'язки ($r > 0,7$) мікроелементів рудовмісної товщі: надрудний горизонт F – P – Ti – Pb – Ga – Mo – Cu – La – Ce – Yb – Co – Cr; рудний F – Ga – Ge – Bi – Sn – La – V – Mn – Li; підрудний F – Be – Mo – Li – Cu – Ag – La – Yb – Ni – Mn – Co – Ti. Наскрізним елементом є La: Li та Mn властиві підрудному та рудному горизонтам.

У рудних тілах вміст хімічних елементів підвищений лише локально, найчастіше за середнім вмістом вони збіднені на мікроелементи, порівняно з вмісними пісковиками, з якими вони контактують (рис. 4).

Мікроелементний склад флюоритових руд. Для визначення ступеня накопичення мікроелементів у флюоритових рудах обрано зразки з вкрапленою та сферолітовою текстурою.

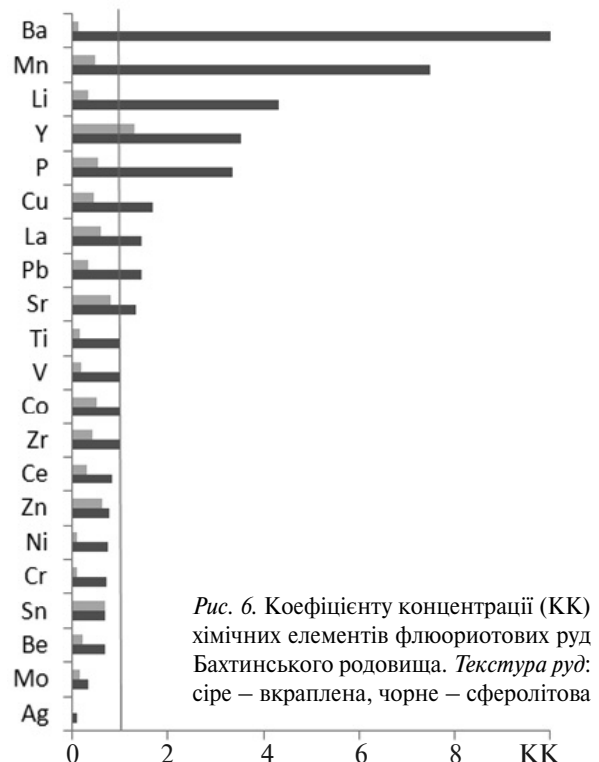


Рис. 6. Коефіцієнту концентрації (КК) хімічних елементів флюоритових руд Бахтинського родовища. Текстура руд: сіре – вкраплена, чорне – сферолітова

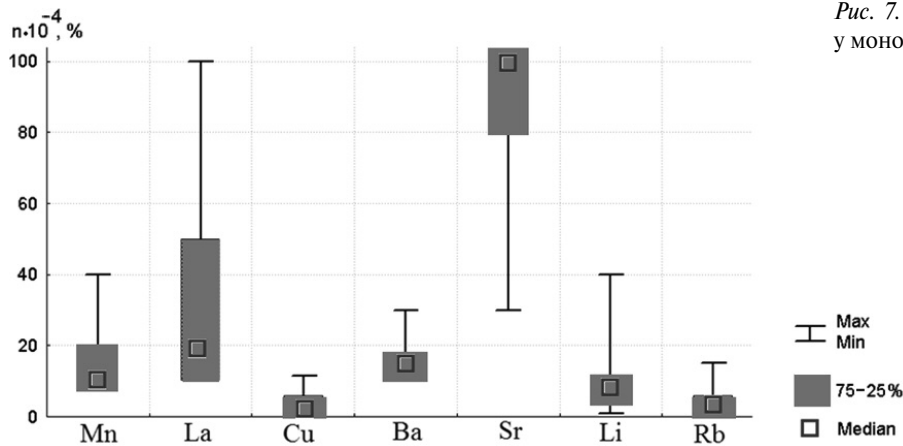


Рис. 7. Розподілу вмісту мікроелементів у монофракціях флюориту

Увагу акцентовано на зразках, відібраних у зонах впливу тектонічних порушень (12 свердловин), приклад св. 152 наведено на рис. 5. Кореляційний зв'язок $r > 0,8$ притаманний Li – F та $r > 0,7$ – F – Li – Mn. Аномально підвищені концентрації елементів приурочені до проекції кінцевих частин рудних тіл на денну поверхню. За ореолами розсіювання (аномальним вмістом) виділяються не тільки рудні об'єкти, але і зони розломів. Найбільш значущими хімічними елементами для фіксації розломів і встановлення рудопроявів є фтор, літій, марганець.

Для кількісної характеристики застосовано коефіцієнт концентрації (КК) [5]: $КК = C_{ан}/C_{ф}$ ($C_{ан}$ – аномальний вміст хімічного елемента, $C_{ф}$ – фоновий). За цим показником можна визначити ступінь концентрації чи розсіяння елемента у породі. За результатами розрахунків побудовано діаграму (рис. 6), на основі чого можна визначити, що рудні тіла вкрапленої текстури збіднені на мікроелементи ($КК < 1$). У флюоритових рудах сферолітової текстури концентруються: Ba, Mn, Li ($КК 5-10$) та Y, P, Cu ($КК 2-5$). Концентрація барію пояснюється наявністю бариту, прояви якого зафіксовано у формаціях від венду до верхньої крейди. Аномальний вміст елементів зафіксовано на периферії флюоритових покладів.

Домішки мікроелементів у флюориті. З метою виявлення домішок мікроелементів у флюориті виконано кількісний спектральний аналіз по монофракціях, відібраних із пісковиків ольчедаївського горизонту. Після статистичної обробки даних (17 зразків) визначено вміст мікроелементів у флюоритах, г/т: Mn – 10–40, Ni – 1, Ti – 20–30, V – 10, Cu – 1–2, Pb – 10, Be – 1, Ba – 10–30, Sr 80 – 100, Li 1–40, Rb – 1–15; за результатами рентгенолюмінесцентного аналізу, г/т: La – 35, Ce – 65, Y – 65, Nd – 40, Sm – 20, Gd – 20.

Визначено групу елементів, які фіксуються у всіх монофракціях флюориту – Mn, La, Cu, Ba, Sr, Li, Rb (рис. 7). Кількісний вміст домішок у флюориті незначний, що є результатом слабкої дифузії розчину до зони росту кристалів флюориту та швидкої кристалізації їх із різким зниженням температури розчину.

Флюорит характеризується геохімічними рисами, успадкованими від порід, у яких він кристалізувався, що обумовлено зміною складу постмагматичних розчинів у зв'язку з вилуговуванням мікроелементів у процесі метасоматозу з нижче розташованих порід та їх надходженням у складі флюїдів.

Висновки. У результаті дослідження виявлено геохімічні відмінності флюоритвмісних порід, флюоритових руд та флюориту Бахтинського родовища. Зруденіння утворювалося в слабко зміненних породах, що призводило до подальшого перерозподілу флюориту в умовах епігенезу, утворення вкраплених руд, формування нечітких границь із вмісними породами. Установлено типові асоціації елементів-домішок у кристалічних породах: гнейси піроксен-плагіоклазові – Ag, Co; гнейси гранат-біотитові – Ni, Be, Li; чарнокіти (граніти, гранодіорити) – Cu, Ni; граніти рожево-сірі, різнозерністі до пегматоїдних – Li, Cu, La, Ni; граніти гранат-біотитові – Cr, Ni; граніти чуднів-бердичівські – Ba, Ga, Co, Cu, Be, Ni. Визначено, що рудні тіла збіднені на мікроелементи, порівняно з вмісними пісковиками, з якими вони контактують. Виявлено, що флюоритвмісні пісковики вкрапленої текстури руд збіднені на мікроелементи, а сферолітової – збагачені на Ba, Mn, Li, Y, P, Cu. Встановлено вміст домішок – Mn, V, Ba, Sr, Li, Rb у флюоритах Бахтинського рудного поля. Доведено, що індикаторними хімічними елементами для фіксації роз-

ломів і виявлення рудопроявів є фтор, літій, марганець. У результаті отримано геохімічну характеристику рудовмісних порід і руд та встановлено, що флюорит характеризується геохімічними рисами, успадкованими від порід, у яких він кристалі-

зувався. Це обумовлено зміною складу постмагматичних розчинів унаслідок вилуговування мікроелементів із нижче розташованих порід під час метасоматозу та їх концентрації завдяки надходженню флюїдів.

Література

1. Жовинский Э.Я. Геохимия фтора в осадочных формациях юго-запада Восточно-Европейской платформы. Киев: Наук. думка, 1979. 199 с.
2. Корпан Н.В., Полуніна Г.В., Башкірова Г.О., Романченко В.О. та ін. Мінеральні ресурси України. 2014. С. 176–178.
3. Михайлов В.А., Курило М.М. Мінерально-сировинна база флюсової сировини України. Київ: Ніка-Центр, 2010. 198 с.
4. Нечаев С.В. Геолого-геохимическая природа оруденения в осадочном чехле западной части Восточно-Европейской платформы. Київ: Наук. думка, 1978. 192 с.
5. Рудько Г.І., Адаменко О.М., Смоляр Н.І., Жовинський Е.Я. та ін. Вступ до медичної геології. Київ: Академпрес, 2010. Т. 1. 736 с.
6. Ткачук Л.Г., Жовинський Е.Я. Петрографія домезозойських осадочних порід Поділля. Київ: Наук. думка, 1978. 192 с.

Reference

1. Zhovinsky E.Ya. (1979). Geohimija fтора v osadochnyh formatsijah jugo-zapada Vostochno-Evropejskoj platformy. Nauk. dumka, Kiev, 199 p. [in Russian].
2. Korpan N.V., Polunina G.V., Bashkirova G.O., Romanchenko V.O. ta in. (2014). Mineralni resursy Ukrainy. Kiev, P. 176-179 [in Ukrainian].
3. Myhajlov V.A., Kurylo M.M. (2010). Mineralno-syrovynna baza flyusovoyi syrovyny Ukrainy. Kiev, 198 p. [in Ukrainian].
4. Nechaev S.V. (1978). Geologo-geohimicheskaja priroda orudnenija v osadochnom chehle zapadnoj chasti Vostochno-Evropejskoj platformy. Nauk. dumka, Kiev, 192p. [in Russian].
5. Rudko G.I., Adamenko O.M., Smolyar N.I., Zhovinsky E.Ya. ta inshi (2010). Vstup do medychnoyi geologii. Kiev. Akadempres, 1, 736 p. [in Ukrainian].
6. Tkachuk L.G., Zhovinsky E.Ya. (1972). Petrografiya domezozojskych osadochnyh porid Podillya. Nauk. dumka, Kiev, 136 p. [in Ukrainian].

Жовинський Е.Я., Крюченко Н.О., Жук Е.А., Кухар М.В., Дмитренко К.Э.

Институт геохимии, минералогии и рудообразования имени Н.П. Семеновко НАН Украины

Геохимическая характеристика (микроэлементный состав) Бахтынского месторождения флюорита

Охарактеризованы особенности микроэлементного состава кристаллических пород, рудовмещающих толщ и флюоритов Бахтынского месторождения, расположенного на юго-западном склоне Украинского щита (Подольская тектоническая зона). Установлены типичные ассоциации элементов-примесей в кристаллических породах: гнейсы пироксен-плагиоклазовые – Ag, Co; гнейсы гранат-биотитовые – Ni, Be, Li; чарнокиты (граниты, гранодиориты) – Cu, Ni; граниты розово-серые, разномзернистые до пегматоидных – Li, Cu, La, Ni; граниты гранат-биотитовые – Cr, Ni; граниты чуднов-бердичевские – Ba, Ga, Co, Cu, Be, Ni. Определено, что флюоритсодержащие песчаники вкрапленной текстуры руд обеднены микроэлементами, а сферолитовой – обогащены на Ba, Mn, Li, Y, P, Cu. Выявлено, что содержание примесей во флюорите (незначительно) – Mn, V, Ba, Sr, Li, Rb. Доказано, что наиболее значимые химические элементы для фиксации разломов и выявления рудопроявлений – F, Li, Mn. По полученным данным возможно уточнение генезиса рудопроявлений флюорита.

Ключевые слова: флюорит, Бахтынское месторождение, микроэлементы, фтор, стратиформные отложения.

Zhovinsky E.Ya., Kryuchenko N.O., Zhuk O.A., Kuhar M.V., Dmitrenko K.E.

M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine

The Geochemical Characteristics (Trace Element Composition) of the Bakhtyn Fluorite Deposit

The characteristics of the microelement composition of crystalline rocks, ore-bearing strata and fluorites from the Bakhtyn deposit located on the southwestern slope of the Ukrainian Sheet (Podolsk tectonic zone) are characterized. Typical associations of impurity elements in crystalline rocks have been established: pyroxene-plagioclase gneisses – Ag, Co; garnet-biotite gneisses – Ni, Be, Li; charnockites (granites, granodiorites) – Cu, Ni; pink-gray granites, various-grained to pegmatoid – Li, Cu, La, Ni; Garnet-biotite granites – Cr, Ni; Chudnov-Berdichev granites – Ba, Ga, Co, Cu, Be, Ni. It was determined that the fluorite-containing sandstones of the embedded ore texture are depleted in microelements, and the spherulite sandstones are enriched in Ba, Mn, Li, Y, P, Cu. It is established that the content of impurities in fluorite (slightly) is Mn, V, Ba, Sr, Li, Rb. It is proved that the most significant chemical elements in the fixation of faults and the detection of ore occurrences are F, Li, Mn. According to the data obtained, it is possible to determine the genesis of fluorite ore manifestations.

Keywords: fluorite, Bakhtyn deposit, microelements, fluorine, stratiform deposits.

Надійшла 11.09.2018.