

СВИНЦЕВО-ЦИНКОВЕ ЗРУДЕНІННЯ ФЛЮОРИТОНОСНИХ ПЛОЩ СЕРЕДЬНОГО ПРИДНІСТРОВ'Я

Н.О. Крюченко¹

<https://orcid.org/0000-0001-8774-9089>

Е.Я. Жовинський¹

<https://orcid.org/0000-0003-1601-5998>

О.А. Жук¹

<https://orcid.org/0000-0002-5264-0750>

П.С. Папарига²

<https://orcid.org/0000-0002-4021-0809>

М.В. Кухар¹

<https://orcid.org/0000-0003-3572-5194>

К.Е. Дмитренко¹

<https://orcid.org/0000-0003-1001-3457>

Т.А. Попенко¹

¹ Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка НАН України,
03142, просп. акад. Палладіна, 34, Київ, Україна

² Карпатський біосферний заповідник Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України,
90600, вул. Красне Плесо, 77, Рахів, Україна

Досліджено флюоритоносні площі Подільської тектонічної зони Середнього Придністров'я з свинцево-цинковою мінералізацією (галеніт, сфалерит), визначено мінеральний склад і текстурні особливості пісковиків із вмістом Pb, Zn у найперспективніших рудопроявах флюориту. На підставі цього виокремлено флюорит-поліметалеві рудопрояви, складено каталог із зазначенням вмісту флюориту, свинцю та цинку. Показано, що більшість поліметалевих рудопровів Подільської тектонічної зони знаходяться у зонах перетину з тектонічними порушеннями північно-східного та меридіонального напрямків. Виділено найперспективніші площі для комплексного видобутку флюориту і поліметалів (Pb-Zn) — враховано вміст флюориту, площа покладів та їхня потужність; вміст поліметалів і доступність вилучення корисного компонента. Цим критеріям найкраще відповідають площі Бахтинсько-Золотогірська, Яришівсько-Воеводчинська та Виножська.

Ключові слова: флюорит, рудопрояви, поліметали, свинець, цинк, генезис, Середнє Придністров'я.

Вступ. На сьогодні підтверджено реальні можливості подальшого приросту запасів флюориту, та нарощення їх видобутку, з чим і пов'язані потенційні можливості нарощення експортного потенціалу держави [9]. Однак через складне становище економіки держави, що зумовлює недостатні обсяги проведення геологознімальних, пошукових і розвідувальних робіт, темпи й обсяги відтворення власної мінерально-сировинної бази не відповідають потребам країни.

У Законі України «Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази на період до 2030 року: Закон України від 21.04.2011 № 44» зазначено, що проведення пошуково-оцінювальних і розвідувальних робіт на флангах Бахтинського родовища є пріоритетним напрямом.

Територія Середнього Придністров'я в межах Подільської тектонічної зони є флюоритоносною провінцією, де разом з проявами

флюориту розвинута сульфідна мінералізація. Фтор, свинець і цинк — типоморфні елементи, які відіграють головну роль у металогенії регіону [3].

Стосовно флюоритової мінералізації єдиної думки не існує. Погляди на походження флюоритового і поліметалевого зруденіння бахтинського типу зводять до трьох точок зору: осадової — С.В. Нечаєв [8]; метаморфогенно-епігенетичної — О.В. Копеліович, В.Я. Веліканов, Л.Г. Ткачук, Е.Я. Жовинський [1, 3] та гідротермальної — Г.Г. Виноградов, Е.Я. Жовинський; А.А. Вальтер, М.М. Янгічер [6], А.Я. Древін, П.Ф. Брацлавський [1–3] та інші.

Поліметалева (Pb-Zn) мінералізація характеризується вкрапленістю і малопотужними прожилками галеніту та сфалериту у флюоритвмісних пісковиках верхнього венду (ольчедаївських та ямпільських верств) і породах кристалічного фундаменту (в кальцитових і кальцит-флюоритових прожилках) [3, 5].

На території Середнього Придністров'я виявлені рудопрояви флюориту та єдине флюоритове Бахтинське родовище, що передбачають розробляти підземним способом. У разі розробки флюориту важливо оцінити доцільність комплексного видобутку флюориту та поліметалів і визначити перспективні площі. Цьому і присвячено статтю.

Мета. Узагальнення даних щодо особливостей мінерального і хімічного складу флюорит-поліметалевих (свинцево-цинкових) рудопроявів території Середнього Придністров'я та визначення перспективних площ для можливої комплексної розробки.

Фактичний матеріал і методи досліджень. Дослідження базуються на оригінальному кам'яному матеріалі, зібраному авторами на території флюоритонесної зони Середнього Придністров'я у процесі виконання бюджетної тематики ІГМР НАН України протягом останніх п'яти років. Проби флюоритонесних пісковиків і жильного флюориту відібрано з відслонень на території досліджень. Результати отримано за допомогою спектрального, іон-селективного та оптичних методів. Підготовку проб виконано за стандартними методиками. Також проаналізовано матеріали попередніх досліджень щодо флюорит-поліметалевих рудопроявів По-

дільської тектонічної зони (звіти геологічних робіт, опублікована та фондова література). Статистичні розрахунки виконано за допомогою програми *Statistica*.

Геологічна будова території. Територія досліджень знаходиться у межах Подільської тектонічної зони, що обмежена на південному заході Сказинецько-Бужерівським глибинним розломом. Поверхня грануліт-базитового фундаменту хвиляста та поступово занурюється на південний захід на глибину 3–8 км [1]. На північний схід від Сказинецько-Бужерівського розлому ця поверхня залягає на глибині не більше 2,5 км, а на південний захід від Томашівсько-Лядівського розлому глибина залягання досягає 10 км. У відкладах венду наявність підкидів і насувів уздовж цього розлому простежується у відслоненнях по берегах річок Лядова, Немія та ін. Бахтинська накладена трогова структура є поперечною структурою до краю платформи, має ширину 2–25 км. Поверхня нижнього грануліт-базитового структурного ярусу може занурюватися до аномальних для Подільської підзони глибин 4–6 км і має увігнуту форму [1, 3]. Ця структура на довендській поверхні картується як виступ кристалічного фундаменту. Виділення Подільської міжблокової зони і Бахтинської накладеної трогової структури має важливе мінерагенічне значення. На їх перетині знаходиться Бахтинський рудний вузол і Бахтинське родовище флюориту. У межах Бахтинського родовища флюориту підраховано запаси флюориту за категоріями $C_1 + C_2$ — 18,4 млн т [7]. Промислове освоєння запропоновано здійснювати підземним способом. За річної потужності 500 тис. т руди буде отримано понад 65 тис. т флюоритового концентрату, 83,5 тис. т високоякісного керамічного польвошпатового та 250 тис. т кварцового концентрату [9].

Більшість рудопроявів флюориту і поліметалів розміщуються в південно-західній частині Подільської тектонічної зони, основу якої складають блокові структури, що зазнавали диференційних піднять і опускань різного (переважно докрейдового) віку, неодноразово омолоджувались і ускладнювались [6]. Рудопрояви флюориту виявлено у ольчедаївських та ямпільських пісковиках Подільської тектонічної зони (рис. 1).

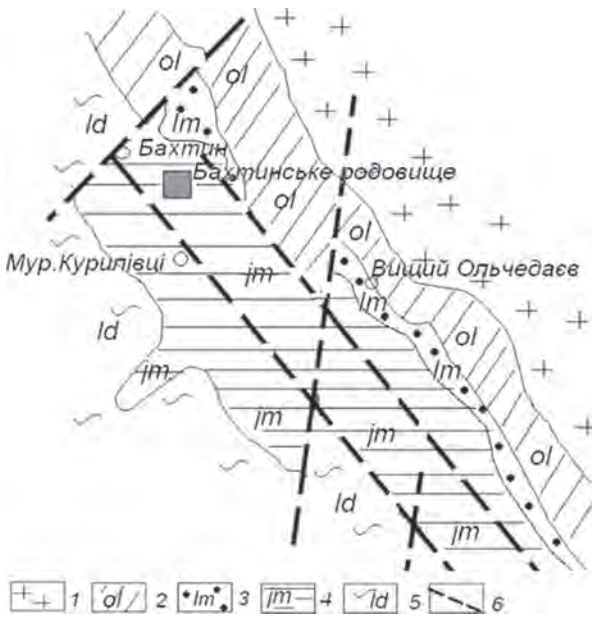


Рис. 1. Геолого-структурна схема Подільської зони (фрагмент): 1 — породи довендського кристалічного фундаменту, 2 — пісковики ольчедаївських верств, 3 — глинисті сланці і алевроліти ломозівських верств, 4 — пісковики ямпільських верств, 5 — відклади лядавських верств (сланці, пісковики, аргіліти, алевроліти),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

За формою локалізації виділяють рудопрояви флюориту, що утворюють цемент у пісковиках різних стратиграфічних горизонтів верхньовендської теригенної товщі, тонку спорадичну вкрапленість у тих же породах і тонкі прожилки, що залягають у протерозойських осадових породах і кристалічному фундаменті [1].

Флюоритвмісні пісковики. Серед порід вендської системи — грушкинські (алевроліти, аргіліти, пісковики, гравеліти), ольчедаївські (пісковики), ломозівські (аргіліти, алевроліти, пісковики) та ямпільські (пісковики), але флюоритвмісними є верстви ямпільських та ольчедаївських пісковиків [2, 3, 8]. На більшій частині площі могилівська світа залягає з розмивом на грушкинській або на кристалічному фундаменті, за винятком територій, де спостерігається поступовий контакт між ними.

Пісковики переважно складаються з кварцу — 35–75 %, польових шпатів — 15–45, уламків порід — до 20, зміненого біотиту (до 5 %), а також акцесорних мінералів, які представлені поодинокими зернами гранату, кордієриту, апатиту, турмаліну, циркону, монациту. Крім названих мінералів як цемент спосте-

рігається дикіт, флюорит, барит, галеніт, сфалерит, халькопірит [3]. Найбільш поширений тип цементу пісковиків — глинистий (каолінітовий). У межах Подільської тектонічної зони переважає кременисто-кварцовий, регенераційно-кварцовий і кальцитовий цемент. Текsturні особливості порід ілюструє рис. 2.

Ямпільські верстви залягають на ломозівських або на кристалічному фундаменті (в межах локальних виступів останнього) з різким контактом і перекриті лядівськими верствами. Ці верстви можна розділити на три пачки: нижня — крупно- та грубозернисті пісковики з гравелітами; середня — більш тонкозернисті породи з проверстками алевролітів або аргілітів; верхня — середньо- та крупнозернисті пісковики [1, 3]. Загальна потужність піщаних порід у таких розрізах досягає 52,5 м. Для пісковиків характерна шарувата текстура — перемежування піщанистих та глинистих прошарків (рис. 2, а). Для ломозівських верств характерно перешарування пісковіку і алевроліту (рис. 2, б). Місцями спостерігається випадання ольчедаївських верств із розрізу і залягання ломозівських верств безпосередньо на пісковиках грушкинської світи.

В ольчедаївських кварц-польовошпатових пісковиках часто присутній флюоритовий цемент (рис. 2, в), та вкрапленість сульфідів (рис. 2, з). Флюоритова мінералізація формується за перерозподілу (регенерації) рудної речовини уздовж тектонічних тріщин та пов'язується із імпульсами активізації району. Найявна регенерація зерен кварцу у поліміктівому пісковіку (рис. 2, д). Пісковики з флюоритовим цементом утворюють стратифіковані пластові подібні поклади з вмістом флюориту від 10 до 50–55 %, а потужність деяких рудних тіл сягає 4–5 м [1, 3]. Більшість цих рудних тіл тяжіють до верхньої частини ольчедаївських верств, які є головним рудовмісним горизонтом району на флюорит і поліметали. На відміну від флюориту, сульфідна мінералізація трапляється спорадично, у вигляді дрібних скупчень або плям, іноді в малопотужних прошарках (1–10 см) як суцільний цемент із високим вмістом рудних мінералів.

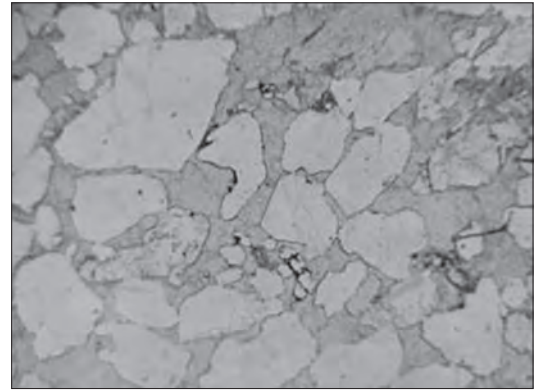
Генезис флюорит-поліметалевого зруденіння. Нами відібрані взірці сфалеритів із цементу пісковиків і прожилків тектонічних порушень, які є січними до кристалічного фундаменту та осадових порід, і визначено їх склад за до-



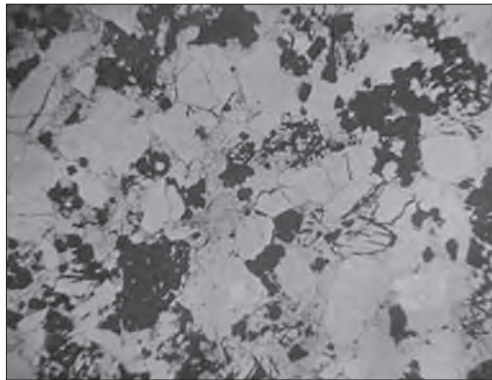
a



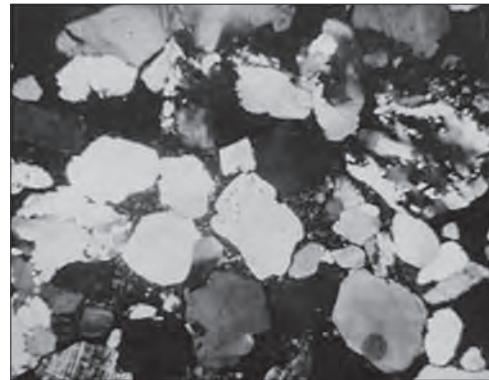
б



в



z



д

Рис. 2. Породи моголівської світи (ніколі паралельні): *a* — ямпільські пісковики: шарувата текстура — перемешування піскуватих (світле) та глинистих (темне) шарів; *б* — ломозівські пісковики: горизонтальне перешарування пісковика і алеволіту, *в* — ольчедаївський (кварц-польовошпатовий) пісковик (світле), флюоритовий цемент (сіре); *z* — вкрапленість сульфідів — пірит (темне) у поліміктовому пісковика (світле), *д* — регенерація зерен кварцу (світле) у поліміктовому пісковика (темне)

помогою спектрального аналізу (Zn, Fe, Pb, Mn, S, In, Hf, Ge, Sn, Cu, Cd, Y, Yb, Ni, Zr, Co) (табл. 1). Такі ж роботи було виконано попередніми дослідниками [6]. З'ясовано, що вміст рудних елементів (Zn, Fe, Pb, Mn) та елементів-домішок у сфалеритах пісковиків і прожилків кристалічних порід практично однаковий, що дає змогу припустити можливість однорідного генезису. Але це необхідно перевірити за допомогою мікрозондового аналізу, дослідження сфалеритів на рудному мікроскопі та методом маспектрометрії з індуктивно-зв'язаною плазмою (*ICP-MS*), що відрізняється високою чутливістю і здатністю визначати ряд металів і неметалів у концентраціях до 10^{-10} %.

У кристалічному фундаменті сфалерит представлений включеннями розміром 1–2 мм, що утворюють прожилкові виокремлення неправильної форми. У пісковиках, цемент яких складається з карбонату, гідролюд і каолініту, сфалерит метасоматично їх заміщує.

Таблиця 1. Середній вміст хімічних елементів у сфалеритах, %

Хімічний елемент	Сфалерити з цементу ольчедаївських пісковиків	Сфалерити з прожилків тектонічних порушень
Zn	60	60
Fe	4,5	5,0
Pb	0,14	0,18
Mn	0,04	0,04
S	32,6	32,9
In	0,013	0,015
Hf	0,003	0,003
Ge	0,015	0,010
Sn	0,003	0,003
Cu	0,58	0,60
Cd	0,13	0,11
Y	0,005	0,011
Yb	0,0005	0,0012
Ni	0,0017	0,005
Zr	0,015	0,05
Co	0,038	0,037

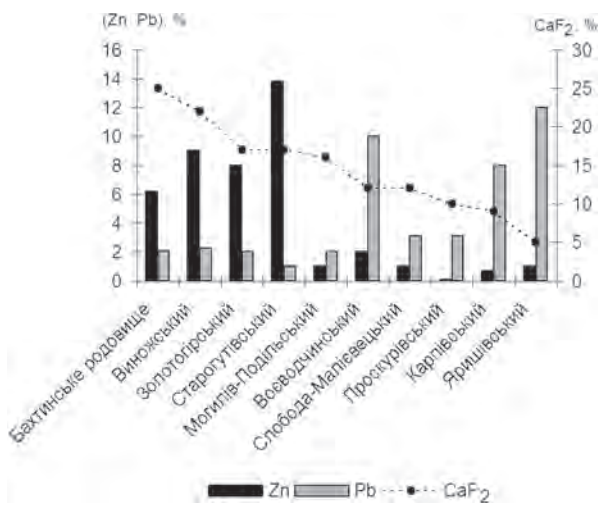


Рис. 3. Графік середнього вмісту Zn, Pb, CaF₂ у рудопроявах флюориту

Таблиця 2. Середній вміст Pb, Zn та CaF₂ у рудопроявах флюориту Середнього Придністров'я, %

Назва рудопрояву флюориту	Pb	Zn	CaF ₂
Бахтинське родовище	0,03—2,05	0,07—6,17	10—40,8
Слобода-Малівецький	3,1	1	10—16
Посуховський	0,9	0,3	5—19
Муровано-Курилівський	0,1	0,3	1,9—19
Сказинський	0,1	0,3	до 19
Дружба	0,03	0,07	до 21,4
Рівненський	0,1	0,3	до 25—30
Михалківський	0,03	0,07	до 10
Липчанський	0,03	0,07	до 25—30
Воеводчинський	4—22,3	2	до 25—31
Могилів-Подільський	2	1	до 20
Посухівський	0,1	0,3	до 10
Немерчійський	0,03	0,07	13—16
Новосілівський	0,03	0,07	до 15
Куражинський	0,3	0,2	до 15
Виножський	2,25	1,32—12	до 42,9
Золотогірський	0,08—2	0,04—12,8	до 19,2
Старогутівський	1	13,8	до 34
Проскурівський	3,1	0,09	10
Карпівський	0,7—31,4	0,7	9
Вільховецький	0,1	0,3	5
Озаринці	0,03	0,07	0,4
Яришівський	до 17,28	1,02	5
Ставчанський	0,03	0,07	4—10,8

Стратиформний тип рудопроявів свинцю і цинку в карбонатних породах виявлено і під час робіт у Карпатському регіоні, де рудовмісні породи залягають на докембрійському фундаменті на глибині 200—450 м (наприклад, Марківський рудопрояв) [2]. Ця стратифікована зона має потужність до 60 м та вміст цинку — до 1,2 %, свинцю — до 0,4 %. Зруденіння прожилково-вкраплене; головні рудні мінерали — пірит і сфалерит, другорядні — галеніт і марказит. Постійним супутником сфалериту є флюорит. Середній вміст хімічних елементів у сфалеритах із цементу пісковиків і прожилків тектонічних порушень вказує, що тут теж приблизно однаковий вміст основних елементів та елементів домішок.

Закономірності формування флюоритового і поліметалевого зруденіння. Флюоритове зруденіння. Фтор концентрується у вигляді флюориту у гідротермальних жилах; у результаті вулканічних процесів фтор виноситься в атмосферу і гідросферу, може накопичуватися у воді, випадати в донний осад і формувати осадові концентрації флюориту. В алюмосилікатному середовищі фторвмісні розчини витягують із польового шпату необхідний для флюоритотворення кальцій [8]. У карбонатних середовищах флюорит кристалізується з фторидних або кремнефторидних розчинів і, як правило, замінює вапняки. Флюорит може відкладатися на стінках тріщин і в порожнинах у результаті прямої кристалізації без участі вмісних порід за рахунок кальцію і фтору, що входять до складу самих розчинів. За даними [10, 11], ідеальні умови для осадження флюориту створюються, коли фтор у формі комплексу вступає в контакт із достатньою кількістю іонів Ca²⁺, які забезпечуються вмісною породою, що містить карбонат кальцію, у разі охолодження нижче 200 °С.

На підставі характеру включень мінералоутворювальних розчинів у флюориті і кальциті Придністров'я і температури їх гомогенізації було визначено [6], що флюорит цементу аркозових пісковиків утворився з гідротермальних розчинів, температура яких знижувалась з 270 до 110 °С. Утворення флюориту відбувалось в інтервалі 470—350 °С і 140—110 °С. Крім флюоритової мінералізації просочування цементу пісковиків, місцями в товщі теригенних порід протерозою трапляються жили



Рис. 4. Схема розташування флюорит-поліметалевих рудопоявів Подільської зони: 1 — основні тектонічні порушення, 2 — рудопояви флюориту та їх назва, 3 — перспективні площі

флюориту, приурочені до зон розривних порушень (Виножський рудопояв) [1].

Свинцево-цинкове зруденіння. Більшість дослідників [1, 3, 6] доводять, що глибинні розчини, потрапляючи у приповерхневі умови, розчиняються прісними водами; при цьому вивільнюються сполуки рудних металів та відбувається їх осадження. Однак в якій би формі не переносилися свинець та цинк, головними умовами, що обмежують їх міграцію, є вміст у розчині H_2S чи іншої форми S (сульфатний характер вод), що утворює певний геохімічний бар'єр, де і накопичуються метали. Тобто утворення сфалериту і загалом поліметалевого зруденіння відбувається за рахунок привнесу глибинних метаморфізованих вод і присутності в них сірководню. Відбувається метасоматичне заміщення карбонатного цементу пісковиків і прожилкове гідротермальне мінералоутворення.

Свинцево-цинкове зруденіння флюоритонесних площ. За результатами попередніх робіт (геологічні звіти, карти корисних копалин та власні дослідження) [1—4] проаналі-

зовано особливості флюорит-поліметалевих рудопоявів. Виокремлено 24 флюорит-поліметалеві рудопояви із загальною кількістю рудопоявів флюориту [4, 6] (понад 70) та складено їх каталог (табл. 2). Для оцінювання доцільності вилучення свинцю та цинку в межах рудопоявів флюориту для потенційної розробки потрібно навести стислу їх характеристику [1, 3, 5, 6, 9].

Найбільший вміст свинцю встановлений у Карпівському, Воеводчинському, Могилів-Подільському, Яришівському, Золотогірському та Виножському рудопоявах флюориту.

У деяких свердловинах у вигляді малопотужних прожилків в ямпільських (Карпівський прояв: CaF_2 — 9 %, Pb — до 31 %, Zn — 0,7 %) і окварцованих ольчедаївських пісковиках (Воеводчинський прояв: CaF_2 — до 30 %, Pb — до 22 %, Zn — 2 %) спостерігаються кірки галеніту на стінках тріщин або вкрапленість у кальцитових прожилках. У тектонічних тріщинах (до 15 см) фіксуються прожилки потужністю 0,5—10 см, північно-західного, рідше північно-східного простягання.

З породами кристалічного фундаменту пов'язані Могилів-Подільський (CaF_2 до 20 %, Pb — 2, Zn — 1) і Яришівський (CaF_2 — 5 %, Pb до 17 %, Zn — 1) флюорит-поліметалеві рудопрояви. Свинцева і цинкова мінералізація спостерігається спорадично — у вигляді дрібних скупчень, плям і вкрапленості, іноді в малопотужних пров'язках до 10 см, а також як цементу з високим вмістом рудних мінералів.

Свинцево-цинкові прояви відомі в межах Бахтинського родовища флюориту (CaF_2 10—41 %, Pb до 31 %, Zn — 0,7). Поліметалева мінералізація локалізується у верхній частині відкладів ольчедаївських верств, кальцитові прожилки з вкрапленістю галеніту і халькопіриту — у породах кристалічного фундаменту. Галеніт і сфалерит цементують пісковики у вигляді малопотужних прошарків, гнізд і рідкісної вкрапленості. Потужність пісковиків з поліметалевою мінералізацією сягає 4—7 м. Вміст свинцю складає від 0,03 до 2,05 %, цинку — від 0,07 до 6,17 % (потужність 0,2—0,5 м). Як супутні компоненти визначені: срібло (до 5 г/т), золото (до 0,1 г/т), мідь (до 0,14 %). Свинцево-цинкові прояви промислового значення не мають через незначні масштаби зруденіння, але за можливої розробки Бахтинського родовища доцільно здійснювати сумісний видобуток поліметалів.

Золотогірський рудопрояр флюориту (CaF_2 до 19,2 %) — горизонтальні поклади пісковиків площею 1 км², потужністю до 3 м. Вміст свинцю становить: 0,08—2 %, цинку — 0,04—12,85, міді — 0,01—0,05.

Виножський рудопрояр флюориту (CaF_2 до 40 %) розташований в 5 км від Бахтинського родовища. Рудопрояр жильного флюориту пов'язаний із тектонічною зоною субмеридіонального простягання. Крутоспадна зона жильно-прожилкової мінералізації, протяжністю 600 м, 100 м за падінням, потужністю до 1,8 м. Флюоритова мінералізація простежується як малопотужні прожилки у породах венду та кристалічного фундаменту, разом з кальцитом, іноді сфалеритом, галенітом, халькопіритом. Потужність прожилків досягає 10—15 см, вміст цинку — до 12 %, свинцю — до 30 %.

Середній вміст цинку (6—14 %) у породах Виножського, Золотогірського, Старогутівського рудопроярів та Бахтинського родовища флюориту, свинцю (9—12 %) — у породах

Яришівського, Карпівського та Воєводчинського рудопроярів флюориту. Всі рудопрояви, крім Старогутівського, входять у Подільську зону розломів.

Зважаючи на те, що основним фактором розробки рудопроярів флюориту буде його вміст, ми виконали відповідну класифікацію. Рудопрояви флюориту було згруповано у три групи: середні (CaF_2 35—50 %), рядові (CaF_2 20—35 %) і бідні (CaF_2 10—20 %). Бахтинське родовище, Кривохижинський та Виножський рудопрояви характеризуються наявністю середньої категорії руд, Вищеольчедаївський, Рівненський, Воєводчинський, Могилів-Подільський, Мінківський та Старогутівський — рядових руд, інші віднесені до категорії бідних руди. Підсумковий графік вмісту Zn, Pb, CaF_2 у флюорит-поліметалевих рудопроявах (рис. 3) дає змогу визначити, що за вмістом флюориту і свинцю перспективними є Яришівський і Карпівський рудопрояви, а за вмістом флюориту і цинку — Золотогірський і Виножський.

Основну роль у локалізації свинцево-цинкової мінералізації відіграють структурно-тектонічний, стратиграфічний, літологічний та геохімічний фактори. Визначено, що більшість поліметалевих рудопроярів Подільської тектонічної зони знаходяться у зонах перетину з тектонічними порушеннями північно-східного напрямку. Для встановлення найперспективніших площ флюорит-поліметалевого зруденіння Подільської тектонічної зони враховано вміст флюориту, площа покладів та їх потужність; вміст поліметалів (Pb-Zn) і доступність вилучення корисного компонента. Цим критеріям найкраще відповідають площі Бахтинсько-Золотогірська, Яришівсько-Воєводчинська та Виножська. Розташування рудопроярів флюориту з зазначенням перспективних площ для можливого видобутку з урахуванням вмісту флюориту та вмісту поліметалів показано на схемі (рис. 4).

Висновки. 1. Складено каталог флюорит-поліметалевих рудопроярів Середнього Придністров'я з зазначенням вмісту CaF_2 , Pb, Zn.

2. Представлено схему розташування флюорит-поліметалевих рудопроярів на тектонічній основі та визначено, що більшість із них знаходяться у зонах перетину Подільської тектонічної зони з тектонічними порушен-

нями північно-східного та меридіонального напрямків.

3. Виділено найперспективніші площі для комплексного видобутку флюориту і поліметалів (Pb-Zn) — враховано вміст флюориту,

площа покладів та їх потужність; вміст поліметалів та доступність вилучення корисного компоненту. Цим критеріям найбільш відповідають площі Бахтинсько-Золотогірська, Яришівсько-Воеводчинська та Виножська.

Література

1. Брацлавський П.Ф., Шевченко О.М., Кузьменко Л.С. Державна геологічна карта України. Масштаб 1:200 000. Волино-Подільська серія. Аркуші М-35-XXXIII (Бар), М-35-XXXIV (Могилів-Подільський). Пояснювальна записка. Київ: УкрДГРІ, 2008. 206 с.
2. Гурский Д.С., Есипчук К.Е., Калинин В.И. и др. Металлические полезные ископаемые. Киев-Львов: Центр Європи, 2005. Т. 1. 78 с.
3. Жовинский Э.Я. Геохимия фтора в осадочных формациях юго-запада Восточно-Европейской платформы. Киев: Наук. думка, 1970. 200 с.
4. Жовинський Е.Я., Крюченко Н.О., Жук О.А., Кухар М.В., Дмитренко К.Е. Геохімічна характеристика (мікроелементний склад) Бахтинського родовища флюориту. *Геохімія та рудоутворення*. Вип. 39. 2018. С. 16–23. <https://doi.org/10.15407/gof.2018.39.016>
5. Крюченко Н.О., Жовинський Е.Я., Жук О.А., Кухар М.В., Панайт Е.В., Дмитренко К.Е. Стан мінерально-сировинної бази плавикогового шпату Середнього Придністров'я. *Пошукова та екологічна геохімія*. 2016. № 1. С. 41–48. <https://doi.org/10.15407/geochem2019.01.018>
6. Лазаренко Є.К., Сребродольський Б.І. Мінералогія Поділля. Львів, 1969. 346 с.
7. Михайлов В.А., Курило М.М. Мінерально-сировинна база флюсової сировини України. Київ: Ніка-Центр, 2010. 198 с.
8. Нечаев С.В. Геолого-геохимическая природа оруденения в осадочном чехле западной части Восточно-Европейской платформы. Киев: Наук. думка, 1978. 192 с.
9. Рудько Г.І., Озерко В.М., Курило М.М. Родовища флюориту України та світу: оцінка і стратегічне значення. Київ-Чернівці: Букрек, 2020. 264 с.
10. Magotra R., Namga S., Singh P., Arora N., Srivastava P. A New Classification Scheme of Fluorite Deposits. *International Journal of Geosciences*. 2017. Vol. 8. P. 599–610. <https://doi.org/10.4236/ijg.2017.84032>
11. Murty Y.G.K. Certain Aspects of the Occurrence of Fluorite in India and Its Exploration. *Geological Survey of India*. 1973. Vol. 113. P. 1–15.

Надійшла 30.09.2020.

References

1. Braczlavskiy P.F., Shevchenko O.M., Kuzmenko L.S. (2008). State geological map of Ukraine. Scale 1: 200 000. Volyn-Podilska series. Sheets M-35-XXXIII (Bar), M-35-XXXIV (Mohyliv-Podilskiy). Explanatory note. Kyiv: UkrDGRI, 206 p. [in Ukrainian].
2. Gurskij D.S., Esipchuk K.E., Kalinin V.I. et al. (2005). Metallic minerals. Kyiv-Lviv, V.1 [in Russian].
3. Zhovinsky E.Ya. (1970). Fluorine Geochemistry in Sedimentary Formations in the Southwest of the East European Platform. Kyiv: Nauk. dumka, 200 p. [in Russian].
4. Zhovinsky E.Ya., Kryuchenko N.O., Zhuk O.A., Kuhar M.V., Dmytrenko K.E. (2018). Geochemical characteristics (microelement composition) of Bakhtin fluorite deposit. *Geochemistry and ore formation*. Iss. 39. P. 16-23 [in Ukrainian].
5. Kryuchenko N.O., Zhovinsky E.Ya., Zhuk O.A., Kuhar M.V., Panait E.V., Dmytrenko K.E. (2016). The state of the mineral resource base of fluorspar in Middle Transnistria. *Exploratory and ecological geochemistry*. No. 1. P. 41-48 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/geochem2019.01.018>
6. Lazarenko Ye.K., Srebrodolskiy B.I. (1969). Mineralogy Podillya. Lviv [in Ukrainian].
7. Mykhailov V.A., Kurylo M.M. (2010). Mineral raw material base of flux raw materials of Ukraine. Kyiv [in Ukrainian].
8. Nechaev S.V. (1978) Geologo-geohimicheskaya priroda orudneniya v osadochnom chekhle zapadnoj chasti Vostochno-Evropejskoj platformy. Kyiv: Nauk. Dumka [in Russian].
9. Rudko G.I., Ozerko V.M., Kurylo M.M. (2020). Fluorite deposits in Ukraine and the world: assessment and strategic importance. Kyiv-Chernivci: Bukrek [in Ukrainian].
10. Magotra R., Namga S., Singh P., Arora N., Srivastava P. (2017). A New Classification Scheme of Fluorite Deposits. *International Journal of Geosciences*. Vol. 8. P. 599-610. <https://doi.org/10.4236/ijg.2017.84032>.
11. Murty Y.G.K. (1973). Certain Aspects of the Occurrence of Fluorite in India and Its Exploration. *Geological Survey of India*. Vol. 113. P. 1-15.

Received 30.09.2020.

N.O. Kryuchenko

<https://orcid.org/0000-0001-8774-9089>

E.Ya. Zhovinsky

<https://orcid.org/0000-0003-1601-5998>

O.A. Zhuk

<https://orcid.org/0000-0002-5264-0750>

P.S. Paparyga

<https://orcid.org/0000-0002-4021-0809>

M.V. Kuhar

<https://orcid.org/0000-0003-3572-5194>

K.E. Dmytrenko

<https://orcid.org/0000-0003-1001-3457>

T.A. Popenko

¹ M.P. Semenenko Institute Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of the National Academy of Science of Ukraine

² Carpathian Biosphere Reserve of Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine

LEAD-ZINC MINERALIZATION OF FLUORITE-BEARING AREAS OF THE MIDDLE TRANSNISTRIA

The territory of Middle Transnistria within the Podolsk tectonic zone is a fluorite-bearing province. Together with fluorite manifestations, sulfide mineralization is developed. The research is based on the original stone material, which has been studied using chemical, spectral and microprobe analysis, as well as the results of previous studies of fluorite-polymetallic ore occurrences in the Podolsk tectonic zone (reports of geological works, published and stock literature). Polymetallic (Pb-Zn) mineralization is represented by cement, dissemination and thin veinlets of galena and sphalerite in fluorite-bearing sandstones of the Upper Proterozoic (Olchedaev and Yampol layers), and also rocks of the crystalline basement (in calcite and calcite-fluorite veinlets). Mostly, sandstones consist of quartz — 35—75%, feldspar — 15—45%, rock fragments — up to 20%, altered biotite (up to 5%), as well as accessory minerals, which are represented by single grains of garnet, cordierite, apatite, tourmaline, zircon, monazite.

Fluorite-bearing areas with signs of lead-zinc mineralization (galena, sphalerite) have been analyzed, the mineral composition and textural features of sandstones with Pb, Zn contents in the most promising ore occurrences of fluorite have been determined. On this basis, fluorite-polymetallic ore occurrences were identified, a catalog was compiled indicating the content of fluorite, lead and zinc in them. It is shown that most of the polymetallic ore occurrences of the Podolsk tectonic zone are located in the zones of intersection with tectonic faults of the northeastern and meridional directions. The most promising areas for the integrated extraction of fluorite and polymetals (Pb-Zn) were identified: the content of fluorite, the area of deposits and their thickness were taken into account; the content of polymetals and the availability of extraction of the useful component. These criteria are most consistent with the areas - Bakhtyn-Zolotogorsk, Yaryshev-Voevodchin and Vinozh.

Keywords: fluorite, ore occurrences, polymetals, lead, zinc, genesis, Middle Transnistria