


УДК 553.041+552.322.2:553.493.5/.6 (477)

 <https://doi.org/10.31996/mru.2018.4.8-11>

А. П. ВАСИЛЕНКО, канд. геол.-мінерал. наук, завідувачка сектору (Український державний геологорозвідувальний інститут), Київ, alla_vas@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2560-660X>,

Л. В. ІСАКОВ, д-р геол. наук, професор кафедри загальної і структурної геології (Національний гірничий університет), Дніпро, Україна, isakov_l@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-7672-9602>

A. P. VASYLENKO, head of the sector (Ukrainian state geological research institute), Kyiv, alla_vas@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2560-660X>,

L. V. ISAKOV, Dr. Sc. (Geol.), Professor, Department of General and Structural Geology (National Mining University), Dnipro, Ukraine, isakov_l@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-7672-9602>

ПЕГМАТИТИ ЯК ДЖЕРЕЛО РІДКІСНОМЕТАЛЕВО-РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНОГО ЗРУДЕНІННЯ В МЕЖАХ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ТА ЗАХІДНОЇ ЧАСТИН УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

PEGMATITES AS A SOURCE OF RARE-METAL AND RARE-EARTH MINERALIZATION WITHIN THE CENTRAL AND WESTERN PARTS OF THE UKRAINIAN SHIELD

Визначено закономірності поширення рідкіснометалевих і рідкісноземельних пегматитів у межах Західної та Центральної частин Українського щита. Розроблено нові та удосконалено вже наявні прогностичні критерії й пошукові ознаки рідкіснометалево-рідкісноземельного зруденіння.

До першої групи належать критерії прогнозування, пов'язані із загальними закономірностями розміщення пегматитів у часі (геохронологічні) і просторі (мегаструктурні). Друга група об'єднує регіональні критерії, серед яких виділяються тектоноструктурні, магматичні й метаморфічні. Третю групу становлять критерії, що впливають з умов формування, локалізації й становлення пегматитових вузлів і пучків. Четверту групу становить ціла низка критеріїв спеціалізації пегматитових тіл, які можна виявити під час безпосереднього вивчення їхньої внутрішньої будови.

Оцінено перспективи та надано рекомендації на проведення подальших робіт, спрямованих на виявлення нових родовищ рідкісних і рідкісноземельних металів у межах пегматитоносних полів.

Ключові слова: рідкіснометалеві та рідкісноземельні пегматити, прогностичні критерії, пошукові ознаки, рідкіснометалево-рідкісноземельне зруденіння, пегматитові пояси та поля.

Гранітні пегматити належать до таких різновидів сировини, розроблення якої розпочато ще з часів зародження цивілізації. Своєрідна внутрішня будова, крупно- й гігантокристалічні структури, уміст зовнішньоефектних великих кристалів дорогоцінного й виробного каміння та великолистуватого мусковіту і нині зумовлюють особливий інтерес до цих незвичайних гірських порід.

Процес пегматитоутворення по суті є процесом формування на місці або з відторгненням насиченого леткими компонентами гранітного флюїду з наступною кристалізацією його в умовах зовнішнього тиску, який не сприяє втраті цими специфічними розчинами-розплавами летких компонентів. Подібний флюїд може виникати під час формування гранітного інтрузиву, зазвичай на завершальній фазі становлення масивів або внаслідок утворення анатектичних виплавок, насичених леткими компонентами, у процесі ультраметамор-

Regularities in the distribution of rare-metal and rare-earth pegmatites within the Western and Central parts of the Ukrainian shield are determined. New geological criteria and search signs for rare-metal and rare-earth mineralization have been developed.

The first group includes the forecasting criteria that are tied to the general patterns of location of pegmatites in time (geochronological) and space (megastructural). These criteria define the main structural units (pegmatites provinces, regions, districts) and their metallogenic specialization. The second group combines regional criteria among which are distinguished tectonostructural, magmatic and metamorphic. These forecasting criteria define the formation and localization of the pegmatite belts and fields. The third group consists of criteria that emerge from the conditions for the formation and localization of pegmatite nodes and bundles. The fourth group are the criteria of pegmatite bodies that can be identified during study their internal structure. These are mineralogical-geochemical, structural-textural, petrochemical, thermobarochemical and thermoluminescent.

Prospects for further work aimed at identifying new rare-metal and rare-earth metal deposits within pegmatite-bearing fields are estimated.

Keywords: rare-metal and rare-earth pegmatites, forecasting criteria, search signs, rare-metal and rare-earth mineralization, pegmatite belts and fields.

фізму. Припускають утворення пегматитів унаслідок перекристалізації й метасоматичного перетворення магматичних порід (аплітів, жильних гранітів) під впливом розчинів у відкритій системі.

Завдяки своєрідним мінералого-петрографічним, геохімічним і металогенічним властивостям, а також особливий генетичній позиції в ланцюзі ендеогенних процесів пегматити відіграють важливу роль у пізнанні еволюції магматизму й рудоутворення. Тому вивчення цих порід викликає підвищений інтерес упродовж усієї світової геологічної практики.

Окрім того, на відповідну увагу пегматити заслуговують з погляду наявності в них різноманітної рідкіснометалево-рідкісноземельної мінералізації, яка визначає їхнє промислове значення як сировини на Nb, Ta, Li, Cs, Rb, Be, Y, TR, п'єзокварц тощо. Попит на рідкісні та рідкісноземельні метали, які потрібні для інноваційного розвитку індустріальних держав, на сьогодні є високим і в довготерміновій перспективі лише збільшуватиметься. Масштаби виробництва, асортименту

мент продукції, стан технології і сфери використання рідкісних металів нині не стабілізувалися і далі швидко розвиваються. Постійне розширення сфери їхнього застосування забезпечує заощадження природних ресурсів, підвищує якість продукції, знижує енергетичні й матеріальні затрати.

Рідкісні метали добувають із руд, які вирізняються комплексним характером, нерівномірним поширенням і невеликим умістом корисних компонентів. Для перероблення рідкіснометалевих руд і концентратів використовують складні й дорогі технології, що зумовлює високу вартість кінцевої продукції. Загалом підготовка запасів рідкіснометалевого родовища, дослідження речовинного складу, технології комплексної переробки руд і концентратів, екологічна й економічна оцінки продукції, що виробляється, складніші і капіталомісткіші, порівнюючи з іншими різновидами корисних копалин. Тому вартість деяких різновидів рідкісних металів набагато більша за вартість золота. Упровадження нових високоефективних конструкційних матеріалів з особливими властивостями на основі широкого використання рідкісних металів, їхніх сплавів, сполук і концентрацій прискорить перехід до прогресивних наукомістких технологій і підвищить культуру і конкурентоспроможність виробництва.

В Україні перспективним спектром використання рідкісних металів є чорна металургія. Легування сталей дає змогу поліпшити їхні фізико-механічні властивості: міцність, пластичність і корозійну стійкість. До того ж перехід від сировинної економіки до інноваційної моделі в країні супроводжуватиметься зростанням споживання рідкісних металів. Маючи великий ресурсний потенціал, Україна може зайняти свою нішу на світовому ринку, закріпивши позиції стратегічного постачальника цього різновиду продукції, а також задовольняти потреби внутрішнього ринку.

Попри те, що Україна має у своєму розпорядженні деякі запаси сировини для виробництва рідкісних металів [1, 2], поповнення й поліпшення якості їхньої сировинної бази є актуальним завданням. Поряд з досить високим науковим рівнем дослідження конкретних родовищ і рудопроявів треба визнати брак розробок щодо забезпечення пошукових і пошуково-оцінювальних робіт коректно визначеним комплексом прогнозно-пошукових критеріїв та ознак рідкіснометалевого зрудення. Причина цього полягає в тому, що немає узагальнень, зорієнтованих на типізацію відомих промислових родовищ і рудопроявів, розміщених у різних районах УЩ, немає або є недосконалими уявлення про закономірності їхньої локалізації та особливості геологічних умов формування на територіях різної геологічної будови.

Зважаючи на ситуацію, що склалася, проведено дослідження щодо закономірностей поширення рідкіснометалевих і рідкісноземельних пегматитів у межах Західної й Центральної частин УЩ і розроблено прогнозні критерії й пошукові ознаки рідкіснометалевого й рідкісноземельного зрудення в межах площі досліджень.

На підставі виявлених і систематизованих чинників формування, розвитку й поширення пегматитових асоціацій Західної та Центральної частин УЩ визначено три пегматитові райони (Волинський, Подільський, Інгульський) і пегматитові пояси (Братський, Південноволинський). З огляду на власні дослідження та матеріали попередників, у межах пегматитових поясів оконтурено пегматитові поля та з'ясовано геолого-структурні особливості їхнього формування.

У межах Південноволинського пегматитового поясу оконтурено 12 пегматитових полів, які покривають майже всю пло-

щу поясу (рис. 1). Але відсутність значних проявів рідкісних металів, невелика потужність пегматитових жил, відсутність жильних зон або пучків пегматитів, відсутність потенційних рудних об'єктів у геохімічних і геофізичних полях свідчить про незначну перспективність цієї території на виявлення промислового рідкіснометалево-рідкісноземельного зрудення.

У межах Подільського пегматитового району оконтурено вісім пегматитових полів з рідкісноземельною циркулярно-торієвою мінералізацією. Але брак "материнських" гранітів та істотних проявів рідкісних земель, наявність лише спорадичних пегматитових жил також засвідчує невелику перспективність цієї території на виявлення промислового рідкісноземельного зрудення.

У межах Братського пегматитового поясу оконтурено чотири пегматитових поля (рис. 2): Петроострівське – з рудопроявами Мостове, Вись, Копанки; Липнязьке (Станкуватське) – родовище Станкуватське, рудопрояви: Надія, Новостанкуватський, Ташлицький, Новоодеський; Полохівське пегматитове поле – родовище Полохівське. Усі вищепераховані об'єкти мають рідкіснометалево зрудення літію,

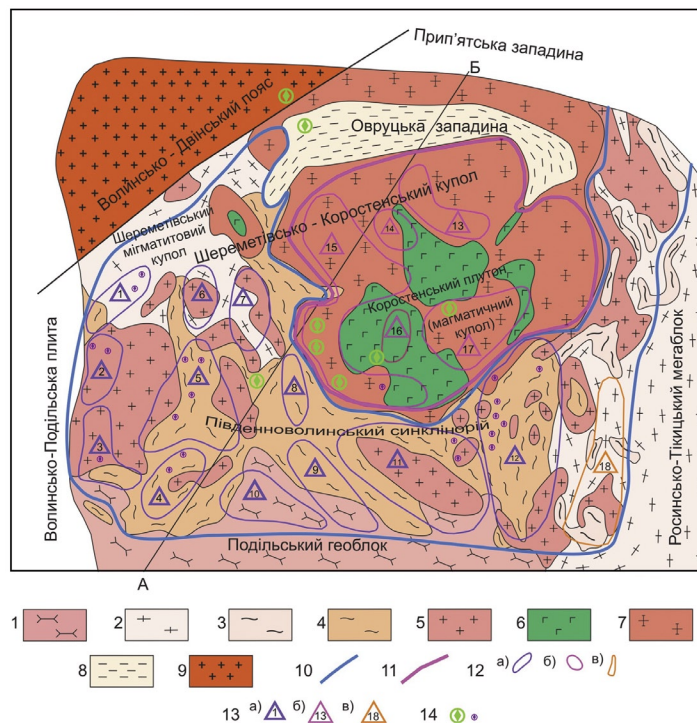


Рис. 1. Схематична карта Волинського пегматитового району

1 – мігматити й граніти побузького комплексу; 2 – мігматити шереметівського й тетіївського комплексів; 3 – породні комплекси росинсько-тікицької серії; 4 – породи комплексу тетерівської серії; 5 – граніти житомирського комплексу; інтрузивні утворення комплексу (6 – габро, 7 – граніти); 8 – породи комплексу овруцької серії; 9 – граніти пержанського комплексу; 10 – умовний контур Південноволинського пегматитового поясу; 11 – умовний контур Коростенського штокверку камерних пегматитів. 12 – умовні границі пегматитових полів: а – рідкіснометалевих і рідкісноземельних; б – камерних; в – керамічних. 13 – пегматитові поля: а – рідкіснометалевих пегматитів: 1 – Городницьке, 2 – Корецьке, 3 – Шепетівське, 4 – Баранівське, 5 – Новоград-Волинське, 6 – Сербівське, 7 – Барашівське, 8 – Теснівське, 9 – Кодининське, 10 – Бердичівське, 11 – Коростишівське, 12 – Кочерівське; б – камерних пегматитів: 13 – Ігнатпільське, 14 – Бехінське, 15 – Володарсько-Волинське, 16 – Іршанське, 17 – Малинське; в – керамічних пегматитів: 18 – Яблунівсько-Володимирське. 14 – родовища й прояви, пов'язані з пегматитами

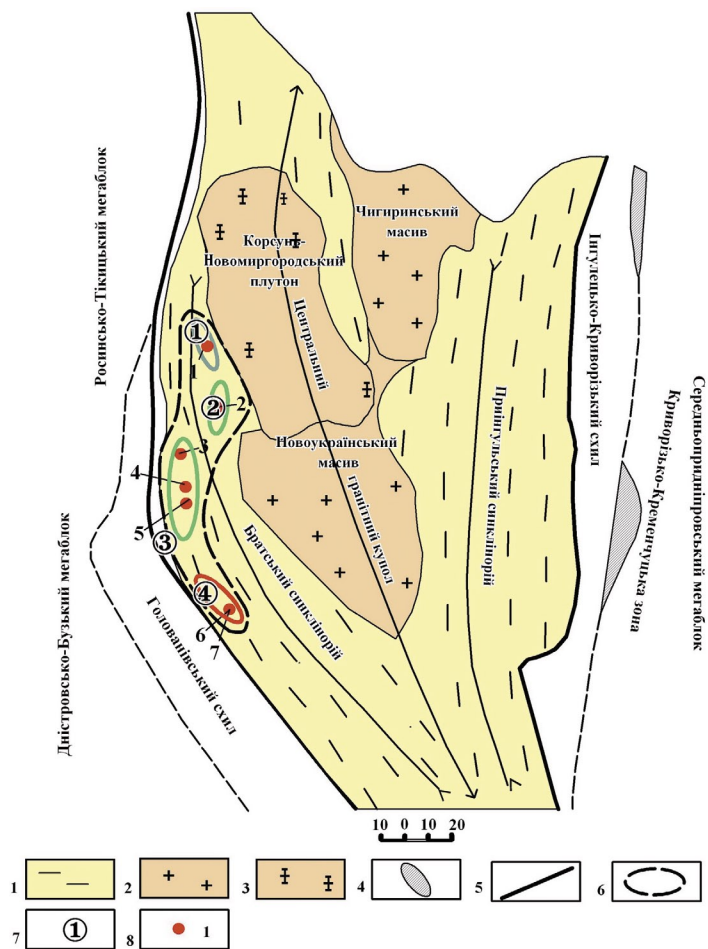


Рис. 2. Схематична карта Інгульського пегматитового району

1 – дрібнокупольні структури Братського й Приінгульського синклінорійів, сформовані породними утвореннями інгуло-інгулецької серії та гранітами кировоградського комплексу. 2 – інтрузивні утворення новоукраїнського комплексу. 3 – інтрузивні утворення корсунь-новомиргородського комплексу. 4 – метатеригенні утворення криворізької серії. 5 – геологічні границі. 6 – умовні контури Братського пегматитового поясу. 7 – умовні контури полів рідкіснометалевих пегматитів: 1 – Петроострівське; 2 – Полохівське; 3 – Липнязьке та 4 – Братсько-Олексіївське (рідкісноземельно-уранових пегматитів). 8 – рудопроєви та родовища рідкіснометалевих пегматитів: 1 – Мостове, 2 – Полохівське, 3 – Липнязьке, 4 – Станкуватське, 5 – Надія, 6 – Калинівське, 7 – Лозуватське

танталу та супутніх компонентів і належать до геолого-промислового типу (ГПТ) рідкіснометалеві пегматити. Крім того, у межах цього пегматитового поясу міститься Братсько-Олексіївське пегматитове поле з родовищами Південне, Калинівське, Лозуватське, яке належить до іншого ГПТ – рідкісноземельно-торій-уранових пегматитів [3].

Для подальшого системного вивчення рідкіснометалевого зруденіння на цій території розроблено нові та вдосконалено вже наявні [4,5] прогнозні критерії й пошукові ознаки, які поділено на чотири групи і систематизовано за принципом поступового наближення до розшукуваного об'єкта: від визначення перспектив на пегматити мегаструктур до з'ясування перспектив окремих пегматитових полів, вузлів і пучків.

До першої групи належать критерії прогнозування, пов'язані із загальними закономірностями розміщення пегматитів у часі (геохронологічні) і просторі (мегаструктурні). Саме ці критерії визначають головні структурні одиниці (пегматитові провінції, області та райони) та їхню металогенічну спеціалізацію.

Друга група об'єднує регіональні критерії, з-поміж яких виділено тектоноструктурні, магматичні й метаморфічні. Ці прогнозні критерії визначають формування, локалізацію та становлення пегматитових поясів і полів.

Тектоноструктурні критерії. На підставі аналізу пегматитоносних територій і виконаних досліджень можна з чималим ступенем імовірності стверджувати: у докембрійських утвореннях основна маса пегматитових поясів і полів рідкіснометалевої спеціалізації розміщена в об'єднанні гранітних куполів і масивів, локалізуючись у межах вузьких лінійно витягнутих прогинів. Класичним прикладом приуроченості до вузьких трогових структур є Південноволинський і Братський пегматитові пояси.

Магматичні критерії. Для давніх архейських пегматитів зв'язок з материнськими гранітами не настільки явний, як для протерозойських, і відступає на другий план. Так, переважна більшість рідкісноземельних пегматитів розміщена серед метаморфічних порід, не маючи безпосереднього зв'язку з гранітними масивами (пегматити Подільського пегматитового району). Водночас для рідкіснометалевої асоціації пегматитів цей зв'язок суттєвий, а з нашого погляду – обов'язковий!

Наприклад, безпосередній зв'язок пегматитових проявів з гранітними масивами спостерігається в межах Братського пегматитового поясу. Для Полохівського родовища визначено просторовий зв'язок з Кіровським і Хмелівським масивами біотитових гранітів. Родовища Станкуватське і рудопроєви Надія розміщені в західному об'єднанні Липнязького гранітного масиву, а рудопроєви Мостове, Вись, Копанки тісно пов'язані з Петроострівським гранітним масивом.

Метаморфічні критерії. Як уже зазначалося вище, рідкіснометалеві пегматити давніх платформ приурочені до трогових прогинів, вивпнених породами, що зазнали регіонального метаморфізму амфіболітової, епідот-амфіболітової фацій. Наведена закономірність дає змогу різко обмежити площі розшуків рідкіснометалевих пегматитів у межах вивченої території.

Пегматити, розвинуті в межах високометаморфізованих утворень, за цим чинником малоперспективні на виявлення промислових проявів рідкісних металів. Це повністю підтверджують результати проведених досліджень. У межах відкладів Подільського пегматитового району (гранулітова фація) наявні лише поодинокі прояви рідкісноземельних металів. Практично відсутні перспективи на виявлення родовищ рідкісних металів.

Далі потрібно розглянути критерії третього ступеня. Це прогнозні критерії формування, локалізації та становлення пегматитових вузлів і пучків.

Для локалізації пучків пегматитових тіл потрібні, по-перше, жорсткі породи, здатні до розтріскування з утворенням чималих порожнинних тріщин, а по-друге – літологічна диференціація вмісної товщі з чергуванням м'яких (наприклад, слюдисті сланці) і твердих (роговики, основні та ультраосновні утворення) порід, що сприяло би в разі стресових навантажень формуванню в них порожнинних тріщин. Ці умови спостерігаються на Липнязькому пегматитовому полі. Усі пегматитові тіла локалізовані в межах лінз амфіболітів і майже не виходять за їхні межі.

Для оцінювання пегматитових вузлів і пучків дуже важливо знати, в якій частині (нижній, середній чи верхній) їх розкрито ерозійним зрізом.

З наших досліджень можна зробити висновок, що в межах Корсунь-Новомиргородського плутону немає камерних пегматитів, але наявні рідкіснометалеві, а в межах Коростенського – навпаки. Найімовірніше, цей факт пояснюєть-

ся різним рівнем ерозійного зрізу. За теоретичними й емпіричними розробками глибина ерозійного зрізу Волинського блока, особливо в межах Коростенського плутону, становить 1,5–3 км. Отже, його спеціалізація – камерні пегматити. Глибина ерозійного зрізу Інгульського блока в межах Корсунь-Новомиргородського плутону сягає 3–7 км і для нього характерна рідкіснометалева спеціалізація.

Четверта група. Ціла низка критеріїв спеціалізації пегматитових тіл, які можна виявити під час безпосереднього вивчення їхньої внутрішньої будови. Це такі критерії, як мінералого-геохімічні, структурно-текстурні, петрохімічні, термобарогеохімічні та термомюнісцентні.

І нарешті, важливу роль у визначенні ступеня перспективності пегматитових утворень відіграють пошукові ознаки. На прикладі Станкуватського родовища можна розглянути пошукові ознаки рідкіснометалевих пегматитів Центральної частини УЩ (з урахуванням його особливостей).

Прямі пошукові ознаки літєвих руд:

1. Наявність рудних (пегматитових) тіл жильного типу. Альбіт-петалітові, сподумен-петалітові плитоподібні зближені жили розміром 400–1700x350–500x5–75 м; стовбурова потужність: 3,3–191,5 м.

2. Середній уміст корисних компонентів (у %): Li_2O – 1,3; Rb_2O – 0,096; Cs_2O – 0,0069; Ta_2O_5 – 0,013; Nb_2O_5 – 0,016.

3. Основні рудні компоненти: літій, тантал.

4. Супутні рудні компоненти: цезій, рубідій, ніобій, берилій, олово.

5. Основні рудні мінерали становлять у середньому 30–40 % і представлені: петалітом, сподуменом, трифіліном, танталоніобатами, ільменорутилом, стрюверитом.

6. Супутні рудні мінерали: холмквістит, каситерит, нігерит.

Прямі пошукові ознаки танталових руд:

1. Наявність рудних тіл жильного типу з переважним поширенням мікроклін-альбітових та альбітових різновидів і кварц-мікроклін-альбітових метасоматитів на північному фланзі Станкуватського родовища.

2. Виділяють два типи танталових руд: комплексні літій-танталові із супутніми ніобієм, рубідієм, цезієм, берилієм, оловом і танталові із супутнім ніобієм, берилієм, оловом, цезієм.

3. Уміст Ta_2O_5 у комплексних рудах змінюється від 0,005 до 0,0915 % на потужність 0,4–20,0 м; у безлітєвих різновидах уміст Ta_2O_5 – від 0,0098 до 0,0305 %.

4. Основні рудні мінерали: група залістистого танталіт-колумбіту, ільменорутил, стрюверит, титано-тантало-ніобати, тапіоліт, мікроліт.

5. Висококонтрастні первинні ореоли літію, берилію, ніобію, олова в кристалічних породах мають 20–50-кратне перевищення над фоном.

Опосередковані пошукові ознаки:

1. Високий уміст літію в підземних водах (від >10 до 3250 мг/л).

2. Зони альбітизації, мікроклінізації у вмщувальних породах, турмалінізація пегматитових тіл, розвиток процесів грейзенізації.

3. Позитивні радіоактивні аномалії за гамма-каротажем, пов'язані з тілами пегматитів.

4. Локальні позитивні гравітаційні аномалії (для пегматитових тіл, що локалізуються в амфіболітах).

5. Відношення $\text{Ta}/\text{Nb} = 0,25–1,0$.

За групою критеріїв і визначеними прямими й опосередкованими пошуковими ознаками рідкіснометалевого зрудення найперспективнішими є Липнязьке та Петроострівське пегматитові поля, де рекомендовано дослідження таких конкретних пегматитових ділянок та окремих пегматитових тіл.

У межах Липнязького пегматитового поля рекомендовано провести пошуково-оцінювальні роботи на комплексні літій-танталові й танталові руди на Липнязькій, Станкуватській і Новоодеській ділянках і ділянці Надія.

Потрібно врахувати, що Новостанкуватський прояв танталових руд є північним флангом Станкуватського родовища літєвих руд, а Ташлицький рудопрояв – південним флангом рудопрояву літєвих руд Надія. У межах цих танталових рудопроявів переважають мікроклін-альбітові та альбітові різновиди заміщених пегматитів з танталоніобатами. Про спільне походження цих літєвих і танталових проявів свідчить їхня належність до одних і тих самих пегматитових пучків, а різний склад пегматитів зумовлений їхньою зональністю та процесами заміщення первинних пегматитів.

На Петроострівському пегматитовому полі рекомендовано так само провести пошуково-оцінювальні роботи на танталові руди в межах рудопрояву Мостове, де промислове значення та економічну доцільність подальших пошуково-оцінювальних робіт, починаючи з рудної зони 3, підтверджено наявністю техніко-економічних міркувань.

За ступенем геологічної вивченості, наявністю родовищ і рудопроявів рідкіснометалевого зрудення одним з найперспективніших об'єктів є Братський пегматитовий пояс, який потребує негайного інвестування з огляду на стратегічну важливість і високі вартісні показники літєвої сировини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ісаков Л. В., Василенко А. П., Бобров О. Б. Геолого-промислові типи родовищ корисних копалин України, пов'язаних з пегматитами//Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2007. – № 1. – С. 24–34.
2. Іванов Б. Н., Маківчук О. Ф., Бугаєнко В. М. та ін. Основні типи рідкіснометалевих родовищ і рудопроявів Західної частини Кіровоградського блока//Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2002. – № 1–2. – С. 101–107.
3. Сьомка В. О., Іванов Б. Н., Пономаренко О. М. та ін. Петрогеохімічні особливості рідкісноземельно-торій-уранових пегматитів центральної частини Українського щита і проблеми їх генезису//Мінералогічний журнал. – 2008. – № 1. – С. 94–103.
4. Ісаков Л. В. Про закономірності розміщення, взаємозв'язку та внутрішньої будови рідкіснометалевих пегматитів Шевченківсько-Федорівської структури (Західне Приазов'я)//Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2005. – № 2. – С. 46–51.
5. Ісаков Л. В. Стислий огляд прогнозно-пошукових критеріїв та ознак рідкіснометалевого зрудення, пов'язаного з пегматитами Західного Приазов'я//Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2006. – № 2. – С. 8–15.

REFERENCES

1. Isakov L., Vasylenko A., Bobrov A. Geological and industrial types of mineral deposits in Ukraine, tied with pegmatites//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2007. – № 1. – P. 24–34. (In Ukrainian).
2. Ivanov B. N., Makivchuk O. F., Bugaenko V. N. et al. The main types of rare-earth deposits of the western part of the Kirovograd block//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2002. – № 1–2. – P. 101–107. (In Ukrainian).
3. Somka V. O., Ivanov B. N., Ponomarenko O. M. et al. Petrogeochemical features of rare earth-thorium-uranium pegmatites of the central part of the Ukrainian shield and the problem of their genesis//Mineralogichnyi zhurnal. – 2008. – № 1. – P. 94–103. (In Ukrainian).
4. Isakov L. On the regularities of the location, interrelation and internal structure of the rare-metal pegmatites of the Shevchenkivsko-Fedorivska structure (Western Pryazovia)//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2005. – № 2. – P. 46–51. (In Ukrainian).
5. Isakov L. Brief review of forecasting and search criteria of rare metal mineralization, tied with pegmatites of Western Pryazovia//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – 2006. – № 2. – P. 8–15. (In Ukrainian).

Рукопис отримано 23.07.2018.