

ГЕНТГЕЛЬВІН І ПЕТАЛІТ – ЯСКРАВИЙ ПРИКЛАД МОЖЛИВОГО ЗАЛУЧЕННЯ НОВИХ МІНЕРАЛІВ У ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ

Гентгельвін і петаліт є яскравим прикладом одного із чинників залучення нових рідкісних мінералів у практичне використання, який пов'язаний із зміною уявлення про поширеність мінералів у природі. Їх вважали рідкісними, а нині вони є основними рудними мінералами Пержанського (гентгельвін) і Полохівського (петаліт) родовищ Українського щита, віднесених до нових промислово-генетичних типів.

Ключові слова: рідкісні мінерали, гентгельвін, петаліт, Пержанське родовище, Полохівське родовище.

Важливим завданням прикладної мінералогії другої половини ХХ ст. були виявлення і залучення у практичне використання нових видів мінеральної сировини. Це завдання залишається актуальним і у ХХІ ст. Адже відомо, що із загальної кількості відкритих мінеральних видів, яка на сьогодні наближається до 5000 назв, уважають корисними і використовують у різних галузях господарства тільки близько 15—20 %.

Разом з тим процес залучення мінералів у промислове виробництво надзвичайно складний і залежить від багатьох чинників. Відомий дослідник прикладної мінералогії А.І. Гінзбург зазначає, що залучення у сферу використання кожного нового мінералу або відшукування нових галузей його застосування за економічним ефектом прирівнюється до відкриття великого родовища [5]. Спеціальними дослідженнями в цьому аспекті з'ясовано, що процес переходу мінералів до категорії промислової сировини встановлюють низкою чинників, серед яких найважливішими є такі: зміна уявлень про поширеність мінералів; досконаліше вивчення їхніх властивостей; відкриття нових корисних мінералів і нових елементів-домішок; спрямовані зміни властивостей мінералів; вивчення мінералів нових геосфер.

Гентгельвін і петаліт є яскравим прикладом першого чинника можливого їх залучення до практичного використання, пов'язаного зі зміною уявлення про поширеність мінералів у природі. Слід зауважити, що однозначно визначити поширеність мінералів у природі дуже важко. Разом з тим це питання дуже важливе, оскільки від його вирішення залежить практичне використання мінералів, тому що не можна пропонувати промисловості ці

з них, які є раритетами. До таких мінералів належать гентгельвін і петаліт та багато інших мінералів, головню рідкісних елементів. У мінералогічних підручниках, довідниках і словниках про ці мінерали зазначено, що вони трапляються рідко або дуже рідко, практичного значення не мають. Тому виникає питання, як оцінювати поширення мінералів: чіткої відповіді на нього немає, можливо, ніколи й не буде. Адже багато мінералів, які вважали початково дуже й дуже рідкісними, в міру нагромадження фактичних даних виявилися достатньо поширеними, їх часто залучають у практичне використання.

Очевидно, що поширеність мінералів здебільшого залежить від умов їх утворення. За даними відомого російського відкривача багатьох нових мінералів А.П. Хом'якова, головним джерелом відкриття нових мінералів є унікальні родовища, сформовані в аномальних геотектонічних і геохімічних умовах [12]. Зокрема, показовим прикладом щодо цього є лужні масиви Хібін — родовища Ловозерського комплексу на Кольському півострові, у яких за період з 1970 по 1985 р. було відкрито 80 нових мінеральних видів. Умови формування подібних утворень у загальнопланетарному масштабі охоплюють практично весь доступний сучасній експериментальній техніці діапазон варіацій фізико-хімічних параметрів (T , P , C , рН, Eh та ін.), а також тривалий геологічний час геологічної ремобілізації та інші чинники, що внаслідок указанного не реалізується в експерименті. За наведеними даними А.П. Хом'яков зробив висновок щодо відсутності природного обмеження у виявленні нових мінеральних видів. Зазначимо, що з цього приводу існують й інші міркування.

Нагромаджений науковими дослідженнями і практикою матеріал засвідчує, що різноманітні мінерали можуть існувати в різних діапазонах фізико-хімічних параметрів. Одні мінерали є стійкими в дуже широких межах температури—тиску, основності—кислотності, їх окисно-відновного середовища і звичайно утворюються в різних генетичних типах родовищ та, відповідно, належать до поширених. Інші мінерали виникають тільки у певних, надзвичайно специфічних умовах, тому здаються нам доволі рідкісними. Втім якщо у природі створюються відповідні умови, ці мінерали здатні нагромаджуватися і ставати поширеними та, відповідно, навіть відігравати роль важливої корисної копалини.

На цей час дуже багато прикладів мінералів, які роками вважали рідкісними, а потім вони раптово ставали важливими корисними копалинами, у тому числі в Україні. Родовища таких мінералів відкриті в межах Українського щита (УЩ), їх вважають новими промислово-генетичними типами в докембрії. Так, гентгельвін нині є основним рудним мінералом Пержанського родовища у північно-західній частині УЩ (Волинський мегаблок), петаліт слугує літєвою рудою на родовищі Бікіта (південь Зімбабве), формує майже суто петалітовий тип літєвих руд на Полохівському родовищі в Корсунь-Новомиргородському плутоні Кіровоградського мегаблока [11, 14].

Відомо, що тривалий час головною рудою на берилій вважали берил, який містить 10—12 % BeO. Усі інші мінерали берилію, зокрема, фенакіт і бертрандит, які містять відповідно 44 і 42 % BeO, вважали дуже рідкісними. Проте у минулому столітті відкрито родовища берилію нового гідротермально-метасоматичного типу, що пов'язані із сублужними і лужними гранітоїдами, у яких фенакіт і бертрандит є головними мінералами берилію. До дуже рідкісних мінералів берилію належав також гентгельвін, який у великих родовищах берилію фіксували лише як супутній мінерал. Нині він є головним рудним мінералом берилію з незначною домішкою фенакіту на Пержанському родовищі, відкритому серед комплексних рідкіснометалевих метасоматитів Суццано-Пер-

жанської тектонічної зони у північно-західній частині УЩ [1, 7—9]. Вміст гентгельвіну у рудних метасоматитах сягає 10—20 %, з ним пов'язано 91—97 % усього берилію. Польовошпатові метасоматити з багатим гентгельвіновим зруденінням розташовані у верхніх частинах рудних тіл і рудоносних зон, причому виключно у внутрішній метасоматичній зоні Пержанського рудного поля. Потужність рудних тіл — від перших метрів до 20 м. Зруденіння формується на пізній стадії лужного (переважно мікроклінового) метасоматозу і грейзенізації у відновних умовах за відсутності чи низького вмісту глинозему в розчинах, невисокого вмісту кремнезему та достатньо високих концентрацій Be, S, Zn [4]. За результатами вивчення включень у гентгельвіні зроблено висновок, що у кристалізації гентгельвінової руди брали участь CO_2 -флюїди — продукти дегазації, найімовірніше ультраосновної магми, які надходили з мантийних глибин [3].

Пержанське родовище належить до так званої екзотичної рудної формації рідкіснометалевих метасоматитів, що охоплює здебільшого власне берилієві родовища, в яких інші рідкісні елементи мають підпорядковане значення. Зазначену формацію складають «традиційні» грейзеніві утворення і власне метасоматичні поклади: найбільший з них уперше знайдений в районі Спер-Маутін (штат Юта, США), у приконтатовій зоні лужних та сублужних гранітних інтрузій і ріолітових туфів, містить багато мільйонів тонн берtrandитової руди з вмістом BeO близько 0,5 % [13]. Натомість на Пержанському родовищі — цьому українському екзоті — головними промислово цінними берилієвими мінералами є гентгельвін і підпорядкований фенакіт, що дає підстави відносити його до метасоматитової фенакіт-гентгельвінової формації. Головне гентгельвінове зруденіння локалізоване в лужних розгнейсованих пержанських гранітах, у рудоносних польовошпатових і сидерофіліт-польовошпатових метасоматитах, іноді з кварцом. Зруденіння на родовищі є комплексним, разом з берилієм трапляються тантал, ніобій, цирконій, рідкісноземельні елементи, олово, молібден, цинк, срібло, фтор.

У зоні їхнього облямування, у фенітах, поширені грейзени з покладами і жилами рідкісноземельного флюориту і рідкіснометалевою мінералізацією (зокрема, вміст Ta_2O_5 сягає 0,5—0,6 %). Вилучення берилію в 6%-й концентрат становить 90—95 %. Однак вилучатимуть не лише берилій — головний компонент, а й цинк, що помітно поліпшує економіко-технологічні властивості гентгельвінових покладів як у польовошпатових, так і в слюдистих метасоматитах. Якщо ж до цього додати можливість розробки ~20 % запасів цього металу найдешевшим відкритим способом, то Пержанське родовище дуже важко переоцінити.

Провідними типами родовищ літію є гранітні альбіт-сподуменові пегматити. Вважають, що близько 80 % світових запасів літію у пегматитах припадає на сподуменові руди, в яких петаліт є рідкісним мінералом. В Україні сподуменових руд недостатньо, але в центральній частині УЩ виявлено Полохівське родовище, в якому петаліт є головним мінералом літію. Воно віднесено до нового промислово-генетичного типу родовищ літію [9, 11, 14]. Породи родовища такого типу, які виникли внаслідок прояву двох потужних і розірваних в часі (орієнтовно — сотні мільйонів років) етапів — магматичного й метасоматичного, запропоновано називати метапегматитами [10]. В них первісний породоутворювальний мінерал сподумен майже повністю перетворений на петаліт. Вміст літію у петаліті у 1,5—2 рази нижчий, ніж у сподумені, тому здатний конкурувати з ним лише в разі значних скупчень у пегматитових тілах. Саме такою є ситуація на Полохівському родовищі й частково на двох сусід-

ніх — Станкуватському і Надія (з меншими запасами петаліту). Вміст петаліту в рудах становить 27,0—36,2 %. З ним пов'язано 91—95 % загальної кількості літію в руді. Крім того петалітові прояви наявні у Західному Приазов'ї (Балка Крута і Шевченківське) [9].

Петаліт представлений трьома морфологічними різновидами, які, ймовірно, відповідають генераціям: крупнокристалічні індивіди (до 3—4 см); дрібно- і мікрозернисті агрегати; прожилкові виділення. Головним рудним мінералом є другий різновид петаліту, який утворюється на другому метасоматичному етапі за рахунок надходження у пегматити вперше виявлених високобаричних штоків CO_2 (до 1100—1200 °С; 870 МПа), представлених рідким CO_2 густиною 0,88—0,90 г/см³ [2].

Як видно, питання залучення до використання так званих рідкісних мінералів залежить не тільки від генетичних реконструкцій і геолого-геохімічних умов їхньої концентрації, а й технологічних та економічних можливостей вилучення з них тих чи інших елементів, тим більше що природного обмеження поширення таких мінеральних видів найімовірніше немає. Особливо сприятливими породними комплексами і родовищами, де можуть бути знайдені зазначені мінерали, є маловивчені докембрійські утворення фундаменту давніх платформ, хоча й фанерозойські об'єкти теж можуть бути корисними.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Азарова С.П., Галецький Л.С. Пержанское месторождение гентгельвина — единственный уникальный промышленный рудный объект в мире. *Рідкісні метали України — погляд у майбутнє*: зб. наук. праць ІГН НАН України. К., 2001. С. 3—4.
2. Возняк Д.К., Бугаско В.М., Галабурда Ю.А. та ін. Особливості мінерального складу та умов утворення рідкіснометалевих пегматитів західної частини Кіровоградського блока (Український щит). *Мінерал. журн.* 2000. Т. 22. № 1. С. 21—41.
3. Возняк Д., Галабурда Ю., Бельський В., Довбуш Т. Нове бачення особливостей умов формування Пержанського берилієвого родовища на Українському щиті. *Фундаментальне значення й прикладна роль геологічної освіти і науки*: матеріали міжнар. наук. конфер., присвяченої 70-річчю геологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка. Львів, 2015. С. 37—39.
4. Галецький Л.С., Романюк Л.С. Геолого-геохімічні умови формування Пержанського родовища гентгельвіну. *Записки Укр. мінерал. т-ва.* 2011. С. 41—44.
5. Гинсбург А.И., Кузьмин В.И., Сидоренко Г.А. Минералогические исследования в практике геолого-разведочных работ. М., 1981. 230 с.
6. Матковський О.І., Пирогов Б.І. Прикладна мінералогія: навч. посібник. Львів: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2002. 283 с.
7. Металлиды С.В., Нечаев С.В. Суцано-Пержанская зона (геология, минералогия, рудоносность). К., 1983. 136 с.
8. Металлиды С.В., Приходько В.Л., Лыков Л.И., Ананченко М.В. Геолого-промышленные типы редкометальных месторождений Суцано-Пержанской рудной зоны и перспективы их освоения. *Рідкісні метали України — погляд у майбутнє*: Зб. наук. праць ІГН НАН України. К., 2001. С. 79.
9. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Т. 1. Металлические полезные ископаемые (науч. ред. Н.П. Щербак, А.Б. Бобров). К.; Львов, 2005. 785 с.
10. Павлишин В.И. Метапегматиты — новый генетический тип месторождений редких элементов. *Закономерности эволюции земной коры*: тез. докл. междунар. конф. СПб., 1996. С. 135—136.
11. Павлишин В.І., Баклан Ф.Г., Бугаско В.М. та ін. Наукові засади розвитку мінерально-сировинної бази рідкісних металів України. *Мінерал. журн.* 2000. Т. 22. № 1. С. 5—20.
12. Хомяков А.П. Новейшие минералогические открытия и пересмотр концепции ограниченности минеральных видов. *Структура и эволюция минерального мира*: сб. науч. тр. Сыктывкар, 1997. С. 98—99.

13. Шапе Д. Геология бериллиевых месторождений района Спер-Маутин, штат Юта. *Рудные месторождения США*. М., 1973. Т. 2. С. 132—152.
14. Nechaev S.V., Gursky D.C., Bakarzbiv A.Kh. Deposits of uranium, rare and rare-earth metals of the Ukrainian shield. *Mineral. Journ. (Ukraine)*. 2002. Vol. 24, N 4. P. 5—20.

Надійшла 28.01.2016

О.И. Матковский, Н.Н. Павлунь

**ГЕНТГЕЛЬВИН И ПЕТАЛИТ — ЯРКИЙ ПРИМЕР
ВОЗМОЖНОГО ПРИВЛЕЧЕНИЯ НОВЫХ МИНЕРАЛОВ
В ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

Гентгельвин и петалит — яркий пример одного из факторов вовлечения новых редких минералов в практическое использование, связанный с изменением представлений о распространенности минералов в природе. Они считались редкими, а сейчас являются основными рудными минералами Пержанского (гентгельвин) и Полоховского (петалит) месторождений Украинского щита, отнесенных к новым промышленно-генетическим типам.

Ключевые слова: редкие минералы, гентгельвин, петалит, Пержанское месторождение, Полоховское месторождение.

О.І. Matkows'ky, M.M. Pavlun

**GENTHELVITE AND PETALITE — A VIVID EXAMPLE
OF THE NEW MINERALS POTENTIAL INVOLVING
IN PRACTICAL USE**

Genthelvite and petalite are the minerals, which are a prime example of rare minerals attracting in practical use. This is due to changing perceptions about the prevalence of minerals in nature. They were considered rare, and now they are the main ore minerals of Perga (genthelvite) and Polokhiv (petalite) deposits of the Ukrainian Shield. These deposits belong to new industrial-genetic types.

Keywords: rare minerals, genthelvite, petalite, Perga deposit, Polokhiv deposit.