

<https://doi.org/10.59911/conf.2023.23>

УДК 553.493

## **МІНЕРАЛИ РІДКІСНИХ ЕЛЕМЕНТІВ УКРАЇНИ ЯК КРИТИЧНА СИРОВИНА**

**Черниш Д.С., Кульчицька Г.О.**

*Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення  
імені М.П. Семененка НАН України, м. Київ, Україна,  
[chernysh\\_d@ua.fm](mailto:chernysh_d@ua.fm), [kulchetchanna@gmail.com](mailto:kulchetchanna@gmail.com)*

Стисло розглянуто необхідність і можливість створення бази даних мінералів рідкісних елементів у надрах України, що допоможе запобігти виникненню дефіциту критичної сировини в країні, сприятиме повоєнному відновленню держави та розвитку стратегічного партнерства з Євросоюзом.

Ключові слова: критична сировина, мінерали рідкісних елементів, база даних.

## **MINERALS OF RARE ELEMENTS OF UKRAINE AS A CRITICAL RAW MATERIAL**

**ChernyshDariiia, Kulchytska Hanna**

*M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation  
of the NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine, [chernysh\\_d@ua.fm](mailto:chernysh_d@ua.fm),  
[kulchetchanna@gmail.com](mailto:kulchetchanna@gmail.com)*

The necessity and possibility of creating a database of minerals of rare elements in the bowels of Ukraine, which will help to prevent a shortage of critical raw materials in the country, contribute to the post-war reconstruction of the state and the development of strategic partnership with the European Union is briefly considered.

Keywords: critical raw materials, minerals of rare elements, database.

**Критична сировина.** В умовах глобалізації світової економіки запорукою сталого розвитку промисловості високорозвинених країн є безперебійне забезпечення природними мінеральними ресурсами. Наявність їхніх окремих видів іноді набуває стратегічної ваги і стає фактором економічної незалежності та безпеки держави. Країни-лідери світової економіки давно розробили та систематично переглядають і оновлюють національні стратегії щодо критичної сировини. Так, Конгрес США ще 1939 р. ухвалив Закон про нарощування запасів стратегічних і критичних матеріалів (*Strategic and Critical*

*Materials Stock Piling Act, 1939*), який передбачає накопичення та збереження запасів певних стратегічних і критичних матеріалів для забезпечення військових, промислових та основних цивільних потреб держави. Європейська Комісія, починаючи з 2011 р., кожні три роки оприлюднює переліки критично важливої сировини (*critical raw materials*) для країн Євросоюзу. Станом на 2023 р. до цього переліку включено 34 найменування як окремих хімічних елементів, так і видів сировини [7].

Грунтуючись на даних про поширення і розподіл запасів серед країн світу, взаємозамінність сировини, швидкість її переробки, концентрацію видобутку і виробництва, Британська геологічна служба запропонувала використовувати індекс ризику дефіциту (*supply risk index*) для формування переліку елементів чи їх груп, які мають економічну цінність [9]. Автори праці [8] проаналізували результати 32 комплексних досліджень хімічних елементів і визначили ступінь їхньої критичності як співвідношення кількості досліджень, що визнає цей елемент як критичний, до загальної кількості досліджень цього елемента. Свої розрахунки дослідники представили у вигляді таблиці хімічних елементів, з якої видно, що найчастіше як критичні в проаналізованих працях виступають рідкісноземельні елементи, метали платинової групи та індій.

Переліки критичної сировини переглядають і затверджують для кожної країни окремо на урядовому рівні на кілька років, враховуючи вичерпування запасів, зниження рентабельності видобутку чи його монополізацію. Отже, загальноприйнятого визначення поняття «критична сировина» немає.

**Рідкісні елементи.** У переліках критичної мінеральної сировини [7, 11] найбільшу групу складають рідкісні в земній корі елементи із кларком менше 100 ppm. Іншими критеріями належності елементів до рідкісних вважають слабе мінералоутворення та відсутність великих родовищ. Крім геохімічних і мінералогічних до уваги беруть також технологічні, економічні та геополітичні критерії. Проте всі вони не є надійними. Так, вміст у земній корі Bi, Sb, Hg (елементи не належать до переліку рідкісних) менший за вміст рідкісного Hf [5], а не надто поширені Te і Se утворюють більше мінеральних видів, ніж поширеніші Zr чи Li. Нині у світі відомі великі

родовища мінералів рідкісноземельних елементів, цирконію, літію тощо. Унаслідок зміни запитів промисловості, удосконалення технологій видобутку і переробки сировини, політичної ситуації у країнах-імпортерах перелік рідкісних елементів не є сталим. До нього періодично потрапляють майже всі хімічні елементи за винятком породоутворювальних.

Рідкісні елементи можна згрупувати за хімічними властивостями (метали, неметали, лужні рідкісні метали тощо), мінералогічними (видоутворювальні, розсіяні, елементи-супутники) і геохімічними (літофільні, сидерофільні, халькофільні) характеристиками, за сферою використання (електроніка, виготовлення акумуляторів, боєприпасів, ювелірна справа). Ми пропонуємо поділ за хімічними властивостями на такі групи: лужні (Li, Rb, Cs), лужноземельні (Be, Sr, Ra), перехідні (Sc, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Mo, W, Re, Cd, Hg), амфотерні (Ga, In, Sn, Tl, Bi), благородні (Pt, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Au, Ag), рідкісноземельні (Y, La, Ce та інші лантаніди) і радіоактивні (Th, U) метали, напівметали (B, Ge, As, Sb, Te), неметали і галоїди (Se, Br, I). До окремої групи можна віднести Co, Ni, Cu, Zn, Pb, які ще не стали рідкісними, проте є критичними для розвитку технологій зеленої енергетики та цифровізації процесів управління [10].

**Мінерали рідкісних елементів України.** На території України відомі і з різною мірою детальності досліджені великі за запасами родовища деяких видів сировини, віднесеної до переліків критичної для різних країн: Полохівське (літій), Азовське (лантаніди, цирконій), Пержанське (берилій), Мазурівське (ніобій, тантал, цирконій), Іршанське (титан), Заваллівське (графіт), Бахтинське (флюорит) та ін.

Серед підтверджених знахідок мінеральних видів у надрах нашої держави діагностовано понад 600 видів, де рідкісні елементи є видоутворювальними (мінералами-концентраторами) або їхня ізоморфна частка в мінеральному виді достатня для виділення відміни [2]. Так, в Україні відомо щонайменше 15 мінеральних видів літію, 16 берилію, 13 стронцію, 11 цирконію, 19 телуру, 9 селену, хоча деякі з них ще потребують додаткової діагностики. Крім мінералів-концентраторів увагу слід приділити мінералам-носіям, що містять рідкісні елементи як домішки, попутний видобуток яких може бути економічно доцільним.

Зокрема, породоутворювальний мікроклін-пертит Пержанської зони може стати рудою рубідію [4], егірін ураноносних метасоматитів – скандію [1], циркон бердичівських і сирницьких гранітів – гафнію [4].

База даних мінералів рідкісних елементів України може бути розширена за рахунок дослідження неідентифікованих фаз, згадки про які часто трапляються у публікаціях; детального хімічного аналізу сучасними методами мінералів із надгрупи пірохлору, груп аланіту, бастнезиту, монациту тощо. Ідентифікація видів у цих групах неможлива без визначення індивідуального складу *REE*. Довивчення потребують ураноносні мінерали. Їх назви, що домінують у вітчизняній літературі, не узгоджуються із сучасною мінералогічною номенклатурою. Число мінеральних видів з рідкісними елементами в надрах України дещо менше такого у земній корі [2]. Отже, потенціал для поповнення бази даних мінералів рідкісних елементів є.

Нині Україна має схвалений Радою національної безпеки і оборони перелік металевих руд і неметалевих корисних копалин, які мають стратегічне значення для сталого розвитку економіки та обороноздатності держави, куди віднесено 33 види металевих руд, зокрема: алюмінієві, берилієві, ванадієві, вісмутіві, вольфраміві, галієві, гафнієві, германієві, залізні, золотоносні, індієві, ітрієві, літієві, магнієві, манганові, лантаноїдоносні, арсенові, мідні, нікелеві, ніобієві, олов'яні, свинцеві, скандієві, сріблоносні, стронцієві, стибієві, танталові, телурові, титанові, уранові, цезієві, цинкові, цирконієві, а також 4 неметалеві корисні копалини: барит, графіт, калійна сіль та флюорит [3]. На часі також розробка національної стратегії щодо критичної сировини, першим кроком до якої може стати створення бази даних мінералів рідкісних елементів у надрах України з використанням уже розроблених світових методик визначення критичності. Можна скористатися досвідом Австралії та Китаю, які сприяють внутрішньому видобутку корисних копалин і захищають свої ресурси [6]. Водночас Євросоюз будує свою сировинну політику на діалозі з країнами, багатими на ресурси. 2021 р. між Україною та Європейським Союзом укладений Меморандум про стратегічне партнерство щодо критичної

сировини, а в травні 2023 сторони обговорили реалізацію Дорожньої карти на 2023–2024 рр. У перспективі Україна може стати надійним постачальником критичної сировини для європейських партнерів.

**Висновок.** Створення бази даних мінералів рідкісних елементів у надрах України відповідно до хімічної й геохімічної класифікацій елементів (мінерали рідкісних лужних і лужноземельних металів, металоїдів, неметалів, розсіяних елементів тощо) – нагальне завдання, вирішення якого допоможе запобігти виникненню дефіциту критичної сировини в Україні, сприяти повоєнному відновленню держави та розвивати стратегічне партнерство з Євросоюзом.

#### Перелік використаної літератури

1. Евтехов В.Д. Минералогия комплексных скандий-ванадий-железных руд Северного района Криворожского бассейна. *Минералогический журнал*. 1994. 16, № 5/6. С. 37–45.
2. Кульчицька Г.О., Черниш Д.С. База даних мінералів рідкісних елементів України. *Мінералогічний журнал*. 2023. 45, № 2. С. 49–61. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.45.02.049>
3. Перелік металічних руд та неметалічних корисних копалин, які мають стратегічне значення для сталого розвитку економіки та обороноздатності держави. Режим доступу <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0046525-21#n66> (дата звернення: 31.08.2023).
4. Редкие элементы Украинского щита. / Отв. ред. И.П. Щербань. Киев: Наук. думка, 1986. 256 с.
5. Справочник по геохимическим поискам полезных ископаемых. / Под ред. А.П. Соловова. Москва: Недра, 1990. 335 с.
6. BartekováE., KempR. Critical raw material strategies in different world regions // MERIT Working Papers 2016-005, 2016.Режим доступу: <https://www.merit.unu.edu/publications/working-papers/?id=5933> (дата звернення: 24.08.2023).
7. Grohol, M., Veeh, C.Study on the critical raw materials for the EU 2023 - Final report. Publications Office of the European Union, 2023. Режим доступу: <https://data.europa.eu/doi/10.2873/725585> (дата звернення: 24.08.2023).
8. HayesS.M., McCulloughE.A.Critical minerals: A review of elemental trends in comprehensive criticality studies. *Resources Policy*. Vol. 59, 2018. P. 192–199.<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.06.015>
9. Risk list 2015. An update to the supply risk index for elements or element groups that are of economic value. Режим доступу: <https://www2.bgs.ac.uk/mineralsuk/statistics/risklist.html> (дата звернення: 30.08.2023).

10. Targeted Critical Minerals and Metals List. Режим доступу: <https://www.iea.org/policies/15877-targeted-critical-minerals-and-metals-list> (дата звернення: 30.08.2023).

11. The Canadian Critical Minerals Strategy. From exploration to recycling: Powering the Green and Digital Economy for Canada and the World. Режим доступу: <https://www.canada.ca/en/campaign/critical-minerals-in-canada/canadian-critical-minerals-strategy.html> (дата звернення: 30.08.2023).