

УДК 550.4

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ГЕОХІМІЧНОЇ ТЕРМІНОЛОГІЇ

П. Білоніжка

*Львівський національний університет імені Івана Франка
79005 м. Львів, вул. Грушевського, 4
E-mail: mineral@franko.lviv.ua*

Порушено питання геохімічної термінології. Особливу увагу приділено трактуванню термінів *рідкісні* і *розсіяні елементи*, *елементи-супутники*, *елементи-домішки*, *шкідливі елементи*, які в геохімії, мінералогії та суміжних науках потраповані по-різному. Зазначено про необхідність підготовки геохімічного словника.

Ключові слова: геохімія, термінологія, рідкісні та розсіяні елементи, елементи-домішки, елементи-супутники, шкідливі елементи.

З огляду на швидкий розвиток науки і техніки, що почався в другій половині ХХ ст., у сферу людської діяльності залучено всі хімічні елементи. Особливо інтенсивно розвивається геохімія рідкісних і розсіяних елементів, які мало поширені в земній корі, проте завдяки унікальним хімічним та фізичним властивостям їх застосовують у нових галузях науки й техніки, зокрема, в ракетобудуванні, швидкісній авіації, освоєнні космосу, атомній енергетиці, електротехніці тощо.

Водночас терміни *рідкісні* й *розсіяні елементи* точно не визначені, у геохімії, мінералогії та інших галузях науки і виробництва їх уживають по-різному. Автори відомої монографії, присвяченої геохімії рідкісних елементів [6], до рідкісних зачисляють елементи, кларки яких у земній корі становлять соті й менші частки відсотка.

А.П. Виноградов у монографії з геохімії рідкісних і розсіяних елементів у ґрунтах [3] вжив ці назви у довільній формі. Наприклад, до рідкісних елементів він зачислив Sr, Ba, Mn, Zr, а до розсіяних – Nb, Ta, Sb, Bi, Au, Ag, Pt. У розділі “Геохімія розсіяних елементів морської води” монографії [4] він описував геохімію галогенів (F, Br, J), As, Se, В, лужних і лужноземельних елементів (Li, Rb, Cs, Sr, Ba), важких металів (Fe, Mn, Co, Zn, Cd, Ni, Co, V, Cr, Mo, W, Pb, Hg, Bi, Sn, Ga, Ge, Ti, Al), ігноруючи значення терміна *розсіяні елементи*.

Постає питання, чи можна до рідкісних зачислявати елементи, кларки яких у земній корі становлять соті частки відсотка. Зазначимо, що соті частки відсотка мають кларки P, F, Ba, S, Sr, C, Cl, Zr, Rb [12]. Проте вважати їх рідкісними навряд чи доцільно. Запаси мінеральної сировини фосфору (апатити, фосфорити), фтору (флюорит, фторапатит), сірки (самородна сірка, сульфідні руди), вуглецю (вапняки, доломіти, мармури, кам'яне вугілля, нафта, природний горючий газ), хлору (кам'яна і калійні солі) становлять сотні й більше мільярдів тонн. На наш погляд, ці елементи потрібно зачислити до поширених, або другорядних елементів земної кори.

Автори монографії [6] також уважають, що зачислення елементів до групи рідкісних є умовним, оскільки такі елементи, як Pb, Zn, W, Mo, хоча й мають низькі кларки в земній корі, проте утворюють великі родовища, і до рідкісних елементів належати не можуть. Крім того, дослідники зазначають, що з відкриттям нових родовищ список рідкісних елементів буде змінюватись. Інші науковці щодо зачислення елементів до рідкісних долучають ще технологічний чинник [5]. Зокрема, вони наголошують, що раніше алюміній уважали рідкісним металом і за вартістю його зіставляли з благородними металами (золотом), доки Ч. Холл і П. Еру 1886 р. не розробили технологічного методу його добування (шляхом електролізу з кріоліто-глиноземного розплаву).

Отже, необхідно чітко визначити, які елементи належать до рідкісних. На наш погляд, рідкісними є елементи, кларки яких у земній корі становлять тисячні і менші частки відсотка, а технологічний чинник та здатність елементів концентруватись чи розсіюватись у земній корі – це інші питання.

Серед рідкісних елементів геохіміки виділяють різні групи: розсіяні, рідкісноземельні, радіоактивні, благородні метали, благородні (інертні) гази тощо. Ці назви досить вдалі й загальноприйняті.

Термін *розсіяні елементи* В.І. Вернадський уперше ввів у науку 1909 р., а пізніше (1927) розкрив його повний зміст [2]. Видатний учений уважав, що в кожній краплі морської води містяться майже всі хімічні елементи, те саме у будь-якій гірській породі та кожному мінералі. Він писав, що земна матерія має не такий вигляд, який ми формуємо зі звичайних уявлень, пов'язаних з аналізами й хімічними формулами мінералів, що не враховують атомів багатьох інших хімічних елементів. Це особливий світ атомів. Низькі чутливості методів аналізу не дають змоги визначати дуже малі кількості багатьох елементів у тому чи іншому об'єкті Землі.

В.І. Вернадський висловив припущення, що стан розсіяння характерний для всіх хімічних елементів. Проте є елементи, стан розсіяння яких – головний стан їхнього перебування в земній корі. Ці елементи не утворюють своїх мінералів, як рубідій, або ж їхня кількість незначна, а у випадку навіть значної кількості мінералів їхні запаси в земній корі дуже мізерні й не мають промислового значення.

До розсіяних елементів В.І. Вернадський зачислив Li, Sc, Ga, Br, Rb, Y, Nb, In, J, Cs, Ta [2]. Відтоді минуло багато років, з'явилися нові дані, що дають змогу внести в цей список деякі зміни. Зокрема, з нього треба вилучити Li, Nb, Ta, Cs, які утворюють власні мінерали, що мають промислове значення. Водночас до розсіяних елементів потрібно зачислити Te, Cd, Hf, Re, Tl, Ge.

Отже, на наш погляд, до розсіяних елементів належать Sc, Ga, Ge, Se, Br, J, Rb, Cd, In, Te, Hf, Re, Tl. Ці ж елементи, за винятком Br і J, зачислені до групи розсіяних авторами "Гірничої енциклопедії" [7].

Сьогодні відомо 8 мінералів скандію, 3 – галію, 14 – германію, 80 – селену, 3 – бром, 9 – кадмію, 7 – індію, 138 – телуру, 20 – йоду, 1 – гафнію, 1 – ренію, 34 – талію [9], однак через малі запаси вони не мають промислового значення. Ці елементи, зазвичай, добувають супутньо під час переробки різних руд та з інших видів мінеральної сировини (вугілля, калійних солей, нафтових вод та ін.).

Є різні форми розсіяних хімічних елементів у земній корі: атомарне (неізоморфне) розсіяння – He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn у мінералах; ізоморфне – Cd, In у сфалериті або Ag, Cu у самородному золоті; нейтрально атомарне – Au, Fe, Pt, Ir, Pd; іонне – Rb⁺, Li⁺, Sr²⁺, Ba²⁺, Pb²⁺ у слюдах, Br⁻ у карналіті; молекулярне – H₂O, N₂, CO₂; у

вигляді включень у мінералах – твердих, рідких і газоподібних [11]. Деякі розсіяні елементи, входячи ізоморфно в структуру “чужих” мінералів, можуть нагромаджуватись у значній кількості і мати промислове значення. Такі мінерали називають мінералами-концентраторами розсіяних елементів. Наприклад, рубідій концентрується в біотиті, лепідоліті, карналіті; кадмій – у сфалериті; галій – у сфалериті, гідраргіліті; талій – у лепідоліті, галеніті; індій – у сфалериті; скандій – у самарськіті, каситериті; германій – у сфалериті, бурому вугіллі; гафній – у цирконі; реній – у молібденіті; селен, телур – у халькопіриті та інших сульфідах; бром – у сильвіні, карналіті, каїніті, бішофіті; йод – у нафтових водах, морських водоростях. Хоча відомо багато мінералів селену й телуру, проте вони утворюють дрібні виділення в сульфідних рудах. Недавно зародився новий напрям мінералогії – наномінералогія; відкрито новий світ – світ мікромінералів.

Також існує погляд [5], що термін *розсіяні елементи* невдалий, бо в деяких рудних тілах вони концентруються, тому запропоновано називати їх елементами-супутниками. Однак це різні речі. Як зазначено вище, термін *розсіяні елементи* дуже вдалий. А те, що вони концентруються в тих чи інших мінералах, входячи ізоморфно в їхню структуру, – явище природне. Їх справді можна називати елементами-супутниками. Вони мають важливе генетичне і розшукове значення.

У геохімії та мінералогії нерідко вживають термін *елементи-домішки*. Під такою назвою розуміють як ізоморфні [10], так і механічні домішки елементів. Наприклад, у галіті часто є домішки Si, Al, Fe, Ca, які пов’язані з механічними домішками кварцу, глини, ангідриту. Крім того, поняття *елементи-домішки* трактують і як *другорядні елементи* в гірських породах і рудах, що утворюють самостійні мінерали, багато з яких можна виділяти в концентрати [5]. На нашу думку, незначні, але характерні домішки мінералів у гірських породах і рудах ліпше називати акцесорними мінералами, а не елементами-домішками.

Технологи, характеризуючи хімічний склад руд, використовують термін *шкідливі елементи* [7]. До таких елементів зачисляють Zn, Pb, Tl у залізних рудах, які ускладнюють процес технічної переробки руд, та S, P, As, що переходять у кінцевий продукт виробництва – чавун – і погіршують його якість. Називання елементів шкідливими викликає подив. Адже всі хімічні елементи Періодичної системи успішно використовують у тих чи інших галузях виробництва, і вони є корисними. Навіть арсен, здавна відомий як король отрут, успішно застосовують у медицині та хімічній промисловості. Такі елементи треба називати не шкідливими елементами, а шкідливими домішками.

До *рідкісноземельних елементів* належать елементи побічної підгрупи третьої групи Періодичної системи: Y, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu. За хімічними властивостями вони дуже подібні між собою і в земній корі утворюють парагенетичні асоціації [1]. Твердження про те, що цей термін потрібно вважати застарілим, оскільки такі елементи, як Y, Ce, La, Nd, трапляються в природі частіше, ніж добре відомі елементи, які відіграють важливу роль у техніці [5], безпідставне. Кларки Y, Ce, La, Nd у земній корі становлять тисячні, а інших рідкісноземельних елементів – десяти-, стотисячні частки відсотка, і їх цілком правильно зачисляють до рідкісноземельних елементів.

Іноді в геохімічній літературі застосовують терміни *гранітофільні* елементи, типові для гранітів, і *гранітофобні* елементи, яких звичайно нема або ж вони є в

гранітах у малій кількості [5]. Ця термінологія зайва, оскільки хімічний склад гранітів добре відомий на підставі їхнього мінерального складу.

Кларки хімічних елементів в організмах залежно від вмісту поділяють на дві групи: макроелементи і мікроелементи. Ця термінологія загальноприйнята [10]. До макроелементів належать елементи, кларки яких в організмах становлять $n \cdot 10^{-2}$ – $n \cdot 10^{-1}$ % (O, C, H, Ca, N, K, Si, P, S, Mg, Na, Cl), а до мікроелементів – елементи, кларки яких становлять $n \cdot 10^{-3}$ % і менше (Mn, Al, Fe, Zn, Sr, Ti, B, Cu, Br, J, F, Mo, Se та багато ін.). Зазначимо, що такі елементи, як алюміній і залізо, в гірських породах мають високі кларки і є головними, або петрогенними елементами, чи макроелементами, а в організмах їхні кларки низькі й вони належить до мікроелементів.

Увага до питань термінології, як зазначили Є.К. Лазаренко та І.С. Квітко [8], є відповідною реакцією на велику кількість термінологічних найменувань, які так щедро видають сучасні науки і виробництво. З огляду на це назріла потреба підготовки геохімічного словника.

Ми звернули увагу лише на деякі питання геохімічної термінології, щоб після обговорення виробити єдиний підхід до її впорядкування, вилучити з користування застарілі, зайві терміни, які склалися історично, уникнути неоднозначності трактування геохімічної термінології, що сприятиме успішному розвитку геохімії, мінералогії та суміжних наук.

1. *Балашов Ю.А.* Геохимия редкоземельных элементов. М., 1976.
2. *Вернадский В.И.* Избранные сочинения. М., 1954. Т. 1.
3. *Виноградов А.П.* Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. М., 1957.
4. *Виноградов А.П.* Избранные труды. Геохимия океана. М., 1989.
5. Геологический словарь / Отв. ред. К.Н. Паффенгольц. М., 1978. Т. 2.
6. Геохимия, минералогия и генетические типы месторождений редких элементов / Под ред. К.А. Власова. М., 1964. Т. 1.
7. Горная энциклопедия / Гл. ред. Е.А. Козловский. М., 1989. Т. 4.
8. *Лазаренко Е.К., Квітко І.С.* О минералогической номенклатуре и терминологии // Зап. Всесоюз. минерал. об-ва. 1972. Ч. 51. Вып. 4. С. 438–450.
9. *Павлишин В.І.* Основи кристалохімії мінералів. К., 1998.
10. *Перельман А.И.* Геохимия. М., 1989.
11. *Сливко М.М.* Хімічний склад земної кори: Лекції з курсу “Геохімія”. Львів, 1965.
12. Справочник по геохимии / Г.В. Войткевич, А.В. Кокин, А.Е. Мирошников, В.Г. Прохоров. М., 1990.

SOME ASPECTS OF GEOCHEMICAL TERMINOLOGY

P. Bilonizhka

*Ivan Franko National University of Lviv
Hrushevs'kogo St. 4, UA – 79005 Lviv, Ukraine
E-mail: mineral@franko.lviv.ua*

Some questions of geochemical terminology are discussed. Such terms as *rare and trace elements, elements-satellites, elements-admixtures, noxious elements* are treated in geochemistry, mineralogy and interconnecting sciences by different ways. The necessity of the geochemical dictionary creation is outlined.

Key words: geochemistry, terminology, rare and trace elements, elements-admixtures, elements-satellites, noxious elements.

Стаття надійшла до редколегії 07.05.2007
Прийнята до друку 26.06.2007