

## **КРИТИКА І ДИСКУСІЯ**

УДК 549

**О.І.Матковський, П.М.Білоніжка**

*Львів. Національний університет імені Івана Франка*

### **НОВІ НАВЧАЛЬНІ ПОСІБНИКИ З МІНЕРАЛОГІЇ**

Останніми роками вийшло два важливих навчальних видання з мінералогії, автором яких є відомий учений-мінералог професор В.І.Павлишин: “Вступ до мінералогії” (Київ, 1997) та “Основи кристалохімії мінералів” (Київ, 1998). У їхній основі є лекції з мінералогії, які протягом тривалого часу автор читає у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка, а також на курсах при Державному гомологічному центрі України.

Перше видання – це цикл вступних лекцій з мінералогії. Воно складається з шести лекцій і списку використаної та рекомендованої літератури.

Перша лекція “Мінералогія як наука, основні поняття” є найбільша за обсягом і починається з визначення мінералогії як науки про мінерали, їхній хімічний склад, будову, властивості, генезис, розподіл у природі. Далі наведено детальний аналіз існуючих думок щодо головних понять мінералогії. Автор дає такі їхні визначення: **мінерал** – природна хімічна сполука кристалічної будови; **мінеральний індивід** – реальне фізично відокремлене тіло природи; **мінеральний вид** – сукупність мінеральних індивідів, що належать до однієї просторової групи симетрії і мають однаковий (близький) хімічний склад або безперервну зміну складу у природних межах; **мінеральний різновид** – індивіди, які природно відокремилися всередині виду за характерними ознаками складу, структури, морфології або фізичних властивостей, не характерних для інших індивідів цього виду.

Новим у цих визначеннях є введення у поняття мінерального виду такої структурної характеристики, як просторова група симетрії. Водночас важко погодитися, що політипні модифікації, які відрізняються просторовою групою, наприклад, мусковіт-1М і мусковіт-2М, є самостійними видами.

Вдалим є виділення складних мінеральних індивідів, якими є скелетні та мозаїчні кристали, сфероліти та інші зростки. Їхню діагностику рекомендовано проводити шляхом ретельного вивчення природи поверхні, що розділяє окремі частини, які стикаються. Такі поверхні-межі А.Г.Жабін услід за іншими вченими пропонує розділяти на два головні типи: структурно спряжену (когерентну) межу та структурно неспряжену (некогерентну) межу. Перший тип межі відокремлює одну від одної частини складного індивіда, які рекомендовано називати субіндивідами.

У другій лекції дуже коротко висвітлений зв'язок мінералогії з іншими науками. Головний акцент зроблено на взаємозв'язку мінералогії з науками геологічного циклу, більшість із яких відокремилась унаслідок диференціації. Зазначимо, що мінералогію неможливо уявити без взаємозв'язку з фізикою та хімією. Об'єднання зусиль трьох фундаментальних наук – фізики, хімії, мінералогії – відкриває, за В.І.Павлишином, перспективу пізнання нових природничих законів, які віддзеркалюють розмаїтість поєднання законів окремих наук.

Досить об'ємною є третя лекція – “Стисла історія мінералогії”. В ній, на наш погляд, доволі вдало й повно проаналізовано тривалу, складну й багатогранну історію розвитку нашої науки. Автор виділив такі основні віхи історії мінералогії: передісторія мінералогії, або кам'янознавчий період (від стародавніх часів до кінця VII ст.); зародження мінералогії (VII–XVI ст.); становлення мінералогії, або фізичний етап, за О.С.Поваренних, чи фізико-морфологічний період, за М.П.Юшкіним (XIX ст. – 20-ті роки XX ст.); кристалохімічний етап (20–60-ті роки XX ст.); сучасний етап розвитку мінералогії (з 60-х років XX ст.). На жаль, в останньому етапі не названо жодного прізвища вчених, які зробили вагомий внесок у розвиток мінералогії в другій половині XX ст., зокрема, таких видатних вчених, як Д.С.Коржинський, І.Костов, Є.К.Лазаренко, О.С.Поваренних, В.С.Соболев, І.І.Шафрановський та ін.

Завершується третя лекція аналізом динаміки відкриття нових мінералів з відповідною діаграмою. Зазначено, що сьогодні кількість мінералів перевищує 3700, причому за останні 40 років у світі відкрито більше мінералів, ніж за всю попередню історію. Важливим є короткий огляд питань, що стосуються значення відкриття нового мінералу та можливого прогнозування такого відкриття у майбутньому, яке є сьогодні дискусійним. Наведені дані щодо відкриття нових мінералів висвітлюються в навчальній літературі вперше.

Невеликою за обсягом є четверта лекція – “Структура та завдання мінералогії”. Автор зазначає: “Найважливіше (генеральне), краще сказати, остаточне завдання сучасної мінералогії – сприяти розширенню мінерально-сировинної бази та створенню нових видів мінеральної сировини”. У структурі мінералогії учений виділяє такі головні напрями: кристалохімія мінералів; фізика мінералів; морфологія мінералів; генезис мінералів; регіональна мінералогія; експериментальна мінералогія; прикладна мінералогія; космічна мінералогія.

У п'ятій лекції “Мінералогія та науково-технічний прогрес” стисло, але змістовно схарактеризовано значення мінералів і мінералогії, які, за В.І.Павлишиним, мають декілька аспектів: прагматичний, естетичний, екологічний та політичний. Зазначено, що у цивілізованих країнах практично всі галузі – від суспільної економіки до духовного життя – так чи інакше використовують мінерали. Справедливо стверджується, що всі мінерали корисні, а їхнє використання залежить від всебічного та глибокого вивчення.

Перша книга завершується лекцією про мінералогічні центри, видання й товариства. Така тема в навчальній літературі висвітлена вперше. З неї читач дізнається про наявні у світі найбільш потужні та плідні мінералогічні центри, що зосереджені в США, Німеччині, Англії, Франції, Росії, Японії, Китаї, Канаді та інших країнах; про існування таких міжнародних організацій, як Міжнародна мінералогічна асоціація, Європейський мінералогічний союз, Всеросійське мінералогічне товариство та ін.; про такі мінералогічні видання світового значення – “Записки Всероссийского минералогического общества”, “American Mineralogist”, “Mineralogical Magazine”, “European Journal of Mineralogy”, “Мінералогічний збірник”, “Минералогический журнал” та ін.; про фундаментальні книги з мінералогії, довідники та словники.

Завершуючи аналіз першої книги, зазначимо, що не всі виділені автором лекції відповідають її назві. Їх краще було б назвати окремими темами курсу лекцій “Вступ до мінералогії”.

Друге видання В.І.Павлишина – “Основи кристалохімії мінералів” – це навчальний посібник, в якому на сучасному науковому рівні узагальнено і творчо доповнено великий фактичний матеріал із кристалохімії мінералів. Під час його напи-

сання автор широко використав нові дані стосовно будови й хімічного складу мінералів, що опубліковані в багатьох наукових працях у різних вітчизняних і зарубіжних виданнях, які не завжди доступні студентам. Від інших подібних навчальних посібників він відрізняється новизною й оригінальністю. Такий посібник дуже необхідний студентам для вивчення не тільки мінералогії та геохімії, а й інших геологічних дисциплін. Перевагою посібника є те, що він торкається безпосередньо кристалохімії мінералів, а не кристалохімії взагалі, доповнює існуючі іншомовні посібники з кристалохімії для студентів геохімічної спеціальності. Тому його появу можна трактувати як важливу подію не тільки в україномовній, а й іншомовній навчальній мінералого-геохімічній літературі.

Обсяг, зміст і структура навчального посібника дещо нетрадиційні для курсу мінералогії. Вони більше відповідають окремому курсу або спецкурсу в кристалохімії. У посібнику В.І.Павлишин намагався використати кристалохімічні параметри мінералів для з'ясування фізико-хімічних умов їхнього утворення. На нашу думку, значною мірою це йому вдалося.

Посібник складається з чотирьох розділів і завершується списком використаної та рекомендованої літератури. В першому розділі стисло та змістовно проаналізована історія розвитку кристалохімії, починаючи з XVIII ст. і завершуючи XX ст.

У другому розділі – “Атоми і кристал” – досить детально висвітлено такі питання: загальна характеристика атомів (орбітальні радіуси атомів та іонів, потенціали іонізації та спорідненість до електрона, валентний стан і кислотно-лужні властивості атомів та іонів); хімічний зв'язок у мінералах (іонний, ковалентний, донорно-акцепторний, металічний, молекулярний, водневий, проміжні зв'язки); залежність властивостей мінералів від типу та енергії хімічного зв'язку їхніх атомів; послідовність кристалізації мінералів залежно від їхньої енергії атомізації; радіуси атомів та іонів у кристалах (атомні та іонні радіуси, співвідношення між ними, іони перехідних металів у кристалічному полі); ефективні заряди атомів; координаційні числа та координаційні поліедри; найщільніші упаковки атомів та іонів.

Водночас у книзі є деякі неточності. Наприклад, стосовно ізотопів кальцію написано:  $N = 40$  і  $N = 42$  (с. 17). Насправді це не числа нейтронів, а масові числа, і потрібно було написати:  $A = 40$  і  $A = 42$ . Для характеристики будови електронних оболонок  $C$ ,  $Na$ ,  $Cl$  та інших атомів використані так звані матриці, в комірках яких зображено розміщення електронів. У цьому випадку електрони різних енергетичних рівнів і підрівнів розміщені лінійно (с. 19, 31, 39, 44). Проте оскільки енергія електронів зростає від  $K$ -оболонки до наступних оболонок, а в межах кожної оболонки – в напрямі від  $s$ -,  $p$ - до  $d$ -орбіталі, то розподіл у них електронів потрібно було зобразити східчасто, як це прийнято у сучасній літературі. Мабуть, зайвою є таблиця 2.1 (с. 21, 22), у якій наведено електронні конфігурації нейтральних атомів. На підставі Періодичної системи елементів і квантових чисел студенти самі повинні вміти їх написати.

Третій розділ присвячений опису структури мінералів. Після загальних відомостей висвітлені способи зображення структури кристалів, структурні типи й мотиви, найважливіші структурні типи мінералів, морфотропія, поліморфізм, політипізм, порядок–непорядок, дефекти у мінералах, аморфний, колоїдний та метаміктний стан речовин. У кінці цього розділу автор виклав свій загальний погляд на структуру мінералів та чинники, що їх зумовлюють. Для аналізу цих дуже важливих і складних питань кристалохімії мінералів В.І.Павлишин використав нові літературні дані й результати своїх наукових досліджень.

Особливості хімічного складу мінералів та ізоморфізм схарактеризовані в четвертому розділі. Тут зіставлено кларки хімічних елементів з числом утворених ними мінеральних видів, розглянуто питання про причини обмеженої кількості мінеральних видів та нестехіометрію їхнього хімічного складу. Особливу увагу приділено причинам утворення в природі ізоморфних сумішей, які пояснено з позиції кристалохімії й термодинаміки. Описано типи ізоморфізму (ізовалентний, гетеровалентний та аномальний), а також чинники і правила ізоморфних заміщень. У посібнику, з посиланням на О.С.Поваренних (табл. 4.20, с. 244), наведено приклади ізовалентного ізоморфізму в мінералах. Стосовно деяких із них є зауваження. Зокрема, викликає сумнів можливість ізоморфних заміщень між іонами  $Li^+$  і  $Na^+$ , оскільки різниця їхніх радіусів дуже велика (за даними Г.Бокія і М.Белова, становить 44%). Наявність у трифіліні (табл. 4.20, с. 244) домішок  $Na$ , очевидно, зумовлена не іонним, а доменним (блоковим) ізоморфізмом. Це імовірно, оскільки його структура близька до структури натрофіліна. Доменним ізоморфізмом можна пояснити і наявність домішок  $Na$  в амблігоніті та домішок  $Li$  в натромонттебразиті, які є ізоstrukturними. Через велику різницю іонних радіусів  $Na$  і  $K$  ізоморфізм між ними в екзогенних умовах мінералоутворення також неможливий. Дуже вірогідно, що наявність натрію в ярозиті й калію в натроярозиті також зумовлена не іонним, а доменним ізоморфізмом. Останнім, вочевидь, пояснюється наявність  $Mg$  у структурі кальциту.

У четвертому розділі добре описані причини й механізми розпаду твердих розчинів та їхнє генетичне значення; форми наявності водню в мінералах, різні структурні позиції води, що відіграють суттєву роль в утворенні, зміні та руйнуванні мінералів. Порушено також питання про радіоактивні і стабільні ізотопи в мінералах, що є більше предметом вивчення геохімії, а не кристалохімії.

Завершується останній розділ інформацією про кристалохімічні формули мінералів, у яких відображені такі їхні структурні особливості, як ізоморфні заміщення елементів, валентність, координаційне число, структурний мотив, дефектність структури та політипна модифікація. Наведено показовий приклад розрахунку кристалохімічної формули ільменіту за звичайним кисневим методом.

Немає сумніву, що навчальний посібник професора В.І.Павлишина "Основи кристалохімії мінералів" значно полегшить студентам вивчення курсів кристалографії та кристалохімії, мінералогії та геохімії, а також спецкурсів кристалохімічного спрямування. Посібник корисний і для викладачів, наукових співробітників та аспірантів геологічного профілю, які вивчають хімічний склад і структурні особливості мінералів.

---

**O.I.Matkovsky, P.M.Bilonizhka**  
*Lviv. Ivan Franko National University*

#### THE NEW TEXTBOOKS ON MINERALOGY

Two important educational editions of last years written by the professor V.I.Pavlyshyn, - "The Introduction in Mineralogy" (Kyiv, 1997) and "The Fundamentals of Minerals Crystallochemistry" (Kyiv, 1998) are analysed.

*Стаття надійшла до редколегії 21.01.2000*