

ВИЧЕРПНИЙ ВНЕСОК У БАЗУ ЗНАНЬ ПРО ГЕНЕЗИС МІНЕРАЛІВ

У 2021 р. вийшов друком підручник "Генезис мінералів" (В.І. Павлишин, О.І. Матковський, С.О. Довгий. Генезис мінералів: Підручник (3-є вид.). Київ: КНТ, 2021. 676 с.), у якому ґрунтовно розглянуто вчення про генезис мінералів. Це нарис історії розвитку генетичної мінералогії, у якому охарактеризовано фізико-хімічні засади та методи дослідження генезису мінералів, ґрунтовно висвітлено зародження, ріст, перетворення (руйнацію) мінеральних індивідів і агрегатів та способи їхнього утворення, детально обговорено геологічні процеси мінералогенезу, стисло проаналізовано генетичні підходи до типоморфізму та фації мінералів.

Пізнання природної історії мінералів забезпечують фундаментальні знання з генезису мінералів, головним джерелом отримання й поповнення яких є об'єкт мінералогії — мінерал. За таких передумов увагу геологічної спільноти України привернуло третє видання підручника "Генезис мінералів" (автори В.І. Павлишин, О.І. Матковський, С.О. Довгий), адже точні дані про умови формування та збереження мінеральних ресурсів складають основу сталого розвитку суспільства, людської цивілізації. Тому на часі вмотивованим є анонсоване видання, особливо зважаючи на те, що перші два видання підручника (2003 р., 2007 р.) стали бібліографічною рідкістю.

Підручник структуровано так:

Передмова;

Розділи: 1. Історичні відомості, загальні положення, методи та структура сучасної генетичної мінералогії;

2. Зародження мінералів;

3. Ріст мінералів;

4. Зміна й руйнація мінералів;

5. Геологічні процеси мінералоутворення;

6. Типоморфізм мінералів;

7. Фації мінералів;

Значення генетичної мінералогії (замість висновків;

Список літератури;

"Додаток 1 "Онтогенія мінералів (Атлас)".

Текст супроводжується 280 рисунками та 51 таблицею, а також 83 кольоровими світлинами мінералів (у додатку).

У **передмові** акцентовано на сучасному тлумаченні поняття "генезис мінералів" як учення про закони утворення, перетворення та руйнації мінеральних індивідів і агрегатів: зародження, ріст, перетворення мінералів, способи їхнього утворення, геологічні процеси мінералоутворення, що охоплює різноманітні аспекти природної історії мінералів: хімічний, фізико-хімічний, фізичний, біологічний.

Розділ 1 містить історичні відомості, загальні положення про методи та структуру сучасної генетичної мінералогії. Наголошено на ролі В.І. Вернадського, який уперше висунув історію мінералів як провідну тему великої ваги й намагався ретельно відновити хімічні процеси утворення, зміни та зникнення мінералів. У фізико-хімічних засадах мінералоутворення охоплено такі основні поняття, як мінерало-генетична система, фаза, компонент, до рушійної сили мінералоутворення — хімічний потенціал, зазначивши важливість застосування принципу Ле-Шательє, правила фаз Гіббса, фізико-хімічних діаграм (Ескола, Коржинського, твердофазних перетворень, ТТТ-діаграм, Гаррелса і Крайста тощо). За даними А. Брейтгаупта, М.В. Ломоносова, В.М. Севергіна, В.І. Вернадського, А.Г. Бетехтіна, Д.С. Коржинського, В.С. Соболева, В.А. Жарикова, О.О. Маракушева, Д.П. Григор'єва та ін. Підсумовано уявлення про парагенезис мінералів як сукупність одночасно чи послідовно утворених мінералів, однак в ході спільного (єдиного) геологічного процесу, причому вказано,



що, хоча терміни парагенезис мінералів і парагенетична асоціація мінералів використовують як синоніми, останній слід вважати терміном вільного використання, бо він немає генетичного змісту і ним можна називати будь-яке поєднання мінералів. Розглянуто методи генетичної мінералогії — від спостережень у природі до типоморфологічного аналізу, який дає змогу обґрунтувати, як і за яких умов утворився мінерал, та що було рушійною силою явища. Невіддільним від поняття парагенезис мінералів у цьому аспекті є системний аналіз хімічного складу мінералів як прототипу геохімічних систем особливого роду — парагенезису хімічних елементів.

У розділі 2 зазначено, що онтогенія мінерального індивіда чи агрегату розпочинається з акту зародження мінералів. Гомогенне, або самовільне, зародження здійснюється в первісно однорідному середовищі при зміні його фізико-хімічних параметрів, передусім зниження температури. Гетерогенне, або примусове, зародження — це зародження на поверхнях розділу фаз. Загальні закономірності появи зародків у просторі та часі окреслено онтогенічними поняттями зародження й генерації мінералів, водночас значну увагу автори приділяють критеріям виділення генерацій мінералів, що є предметом генераційного аналізу.

У розділі 3 узагальнено матеріали про ріст мінералів: плоскими та спіральними шарами, мікроблоковий, кристаломорфний і грануломорфний, кватаронний. Ріст плоскими шарами автори тлумачать в рамках молекулярної теорії Косселя, згідно з якою шари зароджуються в найвигіднішій точці поверхні кристала та поширюються по ній. З погляду концепції періодичних ланцюжків зв'язків плоскі шари найкраще проявлені на *F*-гранях, тобто щільних гранях з найбільшим числом напрямів міцного зв'язку між структурними одиницями. Це так званий тангенціальний механізм росту. Нормальний механізм росту реалізується на *K*-гранях, тобто атомно-негладких гранях, а комбінований (нормальний з тангенціальним) — на *S*-гранях. Ріст спіральними шарами визначається розвитком гвинтових дислокацій, які мають неоднакову висоту (амплітуду) і певний напрям у різних місцях поверхні кристала та закономірно змінюються за гвинтовим законом, створюючи можливість спірального росту за рахунок осадження атомів у енергетично вигідній позиції. Мікроблочний (або мозаїчний) ріст здійснюється за рахунок мікрочасточних блоків, які формуються за правилами гомогенного чи гетерогенного зародження. За умов вільного росту або у відносно рихлому середовищі виникають ідіоморфні кристали (кристаломорфний ріст), а за умов стисненого росту утворюються складної форми кристали-зерна (грануломорфний ріст). Кватаронний механізм росту стосується наномінералів тому, що кватарони — це особлива форма кластерної організації речовини у пересичених середовищах. Наведено типові приклади нанокристалів: сферичний нанокристал, нанокристалічні нитки, наноструктури вуглецю, зокрема фулерен- C_{60} .

Матеріали розділу 4 описують зміни й руйнації мінералів у природі, які є наслідком фізико-хімічної дії, однак з різним співвідношенням фізичного (механічного), хімічного, біологічного чинників. Передують цьому механічні деформації кристалів, серед яких розрізняють пластичні (сковзання, двійникування, блокування) та крихкі деформації (розрив, мінералогічні брекчії, катаклаз), зміну під дією ударного метаморфізму тощо. Вплив різного роду механічних деформацій визначає хімічне перетворення мінералів. До фізико-хімічних змін мінералів належать дифузія атомів, структурні зміни, трансформаційне двійникування,

радіогенні зміни, метаміктизація, розчинення, псевдоморфози, перекристалізація. Обговорено специфіку біогенної зміни мінералів. Наостанок розглянуто нетривіальні чинники зміни мінералів: сейсмічні хвилі, космічне випромінювання, біогенні чинники, електричні поля, що визначають просторову структуру мінералогенетичних систем.

У розділі 5 наведено узагальнені дані про основні чинники таких геологічних процесів як магматичний, пегматитовий, післямагматичний, гіпергенний, осадовий, метаморфічний. У разі розгляду магматичного процесу увага акцентується на його еволюції. Пегматитовий процес розглядають стосовно мінералогенезу в гранітних і лужних пегматитах. На післямагматичному етапі виділяють пневматолітове, гідротермальне та метасоматичне мінералоутворення. Гіпергенний процес характеризує мінералоутворення в корах звітрювання гірських порід та в зонах окиснення й цементації рудних родовищ. В осадовому процесі автори розглядають умови та основні індикатори механогенного, хемогенного та біогенного мінералоутворення. У метаморфічному процесі виділяють контактово-, регіонально-, мантіїно-метаморфічне та імпактне мінералоутворення, метаморфогенне рудоутворення.

У розділі 6 обговорено загальні уявлення про типоморфізм мінералів — їхню здатність фіксувати умови середовища мінералоутворення, які відображені в утворенні окремих мінералів, їх асоціацій і (або) в індивідуальних особливостях мінералів. Звідси впливають й поняття про типоморфний мінерал, типоморфні особливості (або асоціації) мінералів, типоморфологічний аналіз, принцип спадковості та конвергенції типоморфних ознак тощо. Кількісно оцінювати типоморфну інформацію пропонується за трьома параметрами: норма, чутливість і ємність реакції. Надалі детально розглядено типоморфізм мінералів та їхніх парагенезисів, а також типоморфізм хімічного складу, кристалічної структури, включень, морфології, фізичних властивостей мінералів.

У розділі 7 обґрунтовано виділення фацій мінералів. Під фацією мінералів, за С.О. Руденком, автори розуміють сукупність мінеральних індивідів того чи того мінерального виду, які наділені подібними особливостями складу та структури, морфології та властивостей, що пов'язані з подібними *PTC*-умовами утворення.

Кристалохімічні фації проявляються у зміні хімічного складу (мусковітові слюди пегматитів Біломорської провінції) або структурних характеристик мінералів (везувіан зі скарнів протерозою Українського щита). Кристаломорфологічні фації використовують, коли зміна зовнішніх умов фіксується зміною зовнішньої та внутрішньої морфології мінеральних індивідів, що проявляється у вигляді просторово-часових еволюційних кристаломорфологічних рядів. Кристалфізичні фації застосовують, коли незначні зміни в конституції мінералів призводять до відчутних змін їхнього забарвлення, люмінесценції або інших фізичних властивостей, такі як зміна термолюмінесценції кварцу чи напівпровідникових властивостей піриту, галеніту тощо.

Книга завершується списком літератури з 580 посилань, який сприятиме опрацюванню та вирішенню конкретних генетичних питань усіма зацікавленими особами: від студента й аспіранта до працівника наукових установ, закладів вищої освіти та виробничих організацій геологічного профілю.

Авторське бачення проблеми генезису мінералів підсумовує післямова "**Значення генетичної мінералогії (замість висновків)**". У ній наголошено, що "Історія мінерального царства — це зародження, ріст, зміна й руйнація в геологічному середовищі та біосфері безлічі мінеральних індивідів і агрегатів (онтогенічний аспект) і еволюція обмеженого числа мінеральних видів (філогенічний аспект)" (с. 618). На засадах напрацювання комплексних природних законів висловлено основну ідею генетичної мінералогії: двигуном геологічних явищ є фазові та інші зміни мінеральної речовини, а також радіоактивне перетворення атомів, електричні явища, життєдіяльність організмів тощо.

У додатку 1 "**Онтогенія мінералів (Атлас)**" 83 кольоровими світлинами вдало ілюструються процеси зародження, росту, зміни та руйнації мінералів, їхні індивіди та агрегати.

Нове видання підручника "Генезис мінералів" — своєчасне та потрібне фахівцям у галузі наук про Землю та інших галузей. У ньому наведено нарис історії розвитку генетичної мінералогії, охарактеризовано фізико-хімічні засади і методи дослідження генезису мінералів, ґрунтовно висвітлено зародження, ріст, перетворення (руйнацію) мінеральних індивідів і агрегатів та способи їхнього утворення, детально обговорено геологічні процеси мінералогі-

незу, стисло проаналізовано генетичні підходи до типоморфізму і фацій мінералів. Автори підручника — вчені зі світовим іменем, сподвижники мінералогії, маючи зрілий досвід науково-педагогічної діяльності, забезпечили фахове написання на належному методичному рівні навчального посібника, що має вже третє видання. Таку книгу, добре видану, чудово ілюстровану, написану професійною українською мовою, приємно взяти у руки, адже на сучасному етапі, в епоху суцільної діджиталізації, саме друкована продукція у поєднанні з мережевими виданнями сприяє легшому засвоєн-

ню всіх знань, отриманих багатьма поколіннями учених за час становлення генетичної мінералогії. І хоча "Генезис мінералів" затверджено як підручник, за обсягом матеріалу, стилем і суттю викладу, обширним списком посилань видання має всі ознаки наукової монографії. Його сповна зможуть використовувати як науковці, викладачі, геологи-практики, аспіранти та студенти, так і аматори й колекціонери мінералів.

I.M. НАУМКО

Надійшла 07.07.2021