

УДК 549.12

В. М. Кадурін, канд. геол.-мін. наук, доцент,
О. В. Чепіжко, канд. геол.-мін. наук, доцент,
Г. А. Радкевич, мол. наук. співробітник,
Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова,
кафедра загальної і морської геології,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна

ФІЛОГЕНІЧНИЙ МЕТОД ВИВЧЕННЯ АКЦЕСОРНИХ МІНЕРАЛІВ МАГМАТИЧНИХ ПОРІД

Вивчення акцесорних мінералів підвищує імовірність кореляції порід, вірогідність даних про генезис магматичних і початковий склад метаморфічних і ультраметаморфічних порід, визначення абсолютного віку порід і їх потенційної рудоносності. Розробка сучасної генетичної теорії вимагає вдосконалення і об'єднання на єдиній науковій основі всіх підходів у вивченні генезису мінералів. Розвиток філогенії акцесорних мінералів дозволяє розробити методiku визначення умов і особливостей формування геологічного об'єкту по найбільш інформаційноємним з мінералів — акцесорним мінералам.

Ключові слова: акцесорні мінерали, філогенія, онтогенія, рудогенезис.

Дослідження акцесорних мінералів підвищує вірогідність кореляції порід, даних про генезис магматичних і початковий склад метаморфічних і ультраметаморфічних порід, визначення абсолютного віку порід і їх потенційної рудоносності. Вірогідність підвищується при вивченні акцесорних мінералів у комплексі з петрогенетичними і геохімічними засобами. Роботи, що проводяться авторами, направлені на вдосконалення методу і визначення філогенії акцесорних мінералів як самостійного наукового напрямку у вивченні цих мінералів.

Філогенія досить складне вчення, ще не достатньо розроблене, що і призводить до неоднозначного тлумачення самого поняття різними авторами. Філогенія — це виникнення (походження), еволюція і можливе виродження мінерального виду [4]. Історико-еволюційна мінералогія представляє єдність онтогенії і філогенії, або природну історію індивідів і видів мінералів на тлі геологічної історії Землі [5]. По І. В. Носиреву [8], філогенія — це історія перетворення хімічних зв'язків.

На стадії, що передуює кристалізації мінералів, магматичний розплав являє собою іонний розчин і характеризується мікрогетерогенною будовою, оскільки його основу складають структурно-упорядковані сиботаксичні групи або комплекси. Виділення таких комплексів, які стають при охолодженні центрами кристалізації, зумовлене в значній мірі ковалентним, відносно жорстким і направленим типом зв'язку. Про комплекси, відповідні майбутнім мінералам, ще в 1898 р. висловив думку російський петрограф Левінсон-Лесінг [2].

Комплекси — це ще не мінерали, але можливість появи мінералів. І тільки коли при певних умовах з'являється взаємодія груп атомів, зв'язки реалізуються в структурному осередку, можна говорити про появу мінеральних видів у даній породі.

Акцесорні мінерали викристалізуються на всіх стадіях формування породи. Причина їх виникнення у породі полягає в геохімічних особливостях магматичного розплаву, первинної концентрації у ньому акцесороутворних мікрокомпонентів, здатних до комплексоутворення [10, 12].

Процесам мінералоутворення притаманний характер самоорганізації і саморегулювання, що пояснює стадіальність цих процесів. Стадії процесу неминучі при його саморегулюванні, як взагалі при розвитку будь-яких природних систем [5].

І магматичні, і метасоматичні, і метаморфічні гірські породи розвиваються стадіально, і в їхньому житті можна виділяти елементарні цикли. Стадіальність (циклічність), притаманна всім геологічним процесам (диференціація магми, осадконакопичення, мінералоутворення, зростання кристалів і т. д.), обумовлюється зміною фізико-хімічних параметрів середовища. Це пояснює причину неможливості точної одночасності кристалізації двох або більш фаз. Навіть в евтектиці кристалізуються поперемінно то матрична, то введена фази [6]. Ось чому, коли ми говоримо, що акцесорні мінерали виникають на ранній стадії формування породи, це не означає точної одночасності їхньої кристалізації з пороодоутворними мінералами. Пороодоутворні мінерали вступають в стадію кристалізації трохи раніше.

Еволюція мінеральних видів це повний цикл розвитку мінерального виду від вхідних форм до їхнього виродження. Вона залежить від еволюції умов мінералоутворення. У зв'язку з еволюцією умов відбувається зміна не тільки форми мінеральних індивідів, але і їх будови, хімічного складу і різноманітних властивостей. Еволюція акцесорних мінеральних видів також підкоряється законам стадіальності. При різних стадіях формування породи виникають відповідні генерації одного мінерального виду, які повністю відповідають фізико-хімічним умовам, що змінилися.

Кристали кожного мінерального виду утворюють свої еволюційні тривкі габітусні ряди, однак зміна габітусів кристалів двох і більше мінеральних видів одного парагенезису, що водночас викристалізуються, знаходиться в морфологічній відповідності один іншому [3, 4, 8, 10, 12].

Онтогенічний аналіз як основа вивчення філогенії мінеральних видів. Розробка сучасної генетичної теорії вимагає вдосконалення і об'єднання на єдиній науковій основі всіх підходів у вивченні генезису мінералів. Теоретичною основою визначення типоморфізму акцесорних мінералів є дані про їх онтогенію. Детальне проведення онтогенічного дослідження дозволяє отримувати конкретну і достовірну генетичну інформацію. А це, в свою чергу підвищує ефективність використання типоморфних ознак для рішення питань теоретичної і прикладної геології [2, 6, 7, 9]. Тривалі дослідження онтогенії показують, що віртуально будь-яка гірська порода містить окремі генерації акцесорних мінералів, що відбивають зміни параметрів середовища на різноманітних стадіях формування породи і/або процесу епігенезу [2, 7, 10]. Ці зміни параметрів залишають сліди в морфології і анатомії акцесорних мінералів. Відповідно, відновлення ходу процесу утворення порід можливо по особливостям і властивостям акцесорних мінералів, а також по встановленим асоціаціям і комплексам цих мінералів.

Основний підхід, що використовується — це вивчення онтогенії акцесорних

мінералів. При цьому вивчаються мінеральні індивіди одного мінерального виду. Повний комплект онтогенічних засобів включає: детальне вивчення кристалографічних поверхонь, внутрішньої будови (анатомії), внутрішньої структури, хімічного складу, вмісту мікроелементів, наявності включень, і т.д. Метод онтогенічного аналізу акцесорних мінералів включає:

1. Знаходження типоморфних характеристик для генерацій кожного генетичного типу акцесорного мінералу. Основні властивості, що використовуються для цього: мінеральні властивості, анатомія, особливості хімічного складу, присутність включень і т.д.

2. Аналіз розподілу генерацій і генетичних типів мінералів, що вивчаються, у вибірках мінералогічної проби гірської породи. Обчислення відносного вмісту (у %) кожної генерації і кожного генетичного типу мінералу.

Генетична інтерпретація мінералогічної інформації. Процес формування гірської породи — процес, відповідальний за формування основного обсягу породоутворюючих мінералів, і головної текстурної особливості гірської породи, що вивчається. Комплекс мінералів, який складає гірську породу, відповідає першій із граничних умов, а саме — походження: магматичне, метаморфічне, гіпергенне. Мінерали можуть бути розділені на три генетичних типи згідно їхньому відношенню до процесу формування гірської породи: (1) реліктові — мінерали, що існували перед процесом формування гірської породи; вони можуть бути залишками первинного матеріалу, або можуть бути привнесені в гірську породу, що формується як ксенокристали включення від геологічних формацій; (2) сингенетичні — мінерали, що кристалізовані в ході головного процесу формування породи і (3) епігенетичні — мінерали, що сформувалися протягом зруйнування або перетворення гірської породи більш молодими процесами епігенезу. Сингенетичні мінерали магматичного походження, включають дві групи мінералів — синпетрогенні та автометасоматичні. З останніми в основному зв'язаний рудний потенціал масиву.

Система мінералоутворення складається з двох підсистем. Одна з них зв'язана з формуванням породоутворюючих мінералів, друга — з утворенням акцесорних мінералів. Утворення мінералів відбувається у відповідності з **Законом діючих мас**: першими у хімічні реакції вступають хімічні елементи, масова кількість яких найбільша. Таким чином, на перших стадіях формування магматичної гірської породи утворюються в переважній більшості породоутворні мінерали, які складаються з обмеженої кількості елементів — O, Si, Fe, Al, Mg, Ca, Na, K та ін. Процес формування породи має східчастий характер і кожен із таких східців відповідає окремій конкретній стадії процесу мінералоутворення. Стадія мінералоутворення характеризується парагенезисом мінералів, що складається з набору мінералів, які утворилися разом у конкретно визначених фізико-хімічних умовах. Такий східчастий процес утворення породи відзначається різкими змінами параметрів мінералоутворення, що відбуваються при значній зміні хімічного складу первинного розплаву з якого формується порода. Плавний хід мінералоутворення, що описується **правилом Коржинського**, переривається і у реакцію утворення мінералів вступають елементи, які досі не приймали участі. Починають утворюватися акцесорні мінерали. Визначаються парагенетичні асоціації, які складаються із породоутворюючих і акцесорних мінералів. Саме вивчення вузького парагенезису акцесорних мінералів, утворення якого відбувається на конкретній фазі фор-

мування магматичної породи і є основною задачею філогенії. Такий парагенезис акцесорних мінералів обчислюється по статистичним параметрам, які саме і становлять наступний рівень граничних умов.

Розраховується середнє арифметичне вмісту мінералів (x), частота зустрічаємості (V), коефіцієнт варіації (W), довірчі інтервали ($x \pm ?$). По цим параметрам виділяються групи акцесорних мінералів — синпетрогенні, аутометасоматичні, накладені. Окремо виділяються реліктові мінерали, які також можуть бути і акцесорними мінералами.

Використання мінералогічної інформації при інтерпретації умов рудогенезису. По особливостям і властивостям акцесорних мінералів, по їхнім асоціаціям запропоновано встановлення умов процесу рудогенезису. Спочатку можливо відновити хід формування породи, визначити процеси наступної її зміни і, як слідство, визначити спрямування процесів рудоутворення, їх тип. При визначенні питання про мінерагенічну спеціалізацію порід важливу роль відіграють такі ознаки акцесорних мінералів, як розповсюдження, розподіл, хімічний склад, генерації, коефіцієнти концентрації у кварцових жилах і інших проявах. Дослідження генерацій акцесорних мінералів дозволяє досить повно оцінити мінерагенічну спеціалізацію породи, визначивши не тільки сам факт її існування, а й тип проявів корисних копалин, що очікуються.

Вміст мінералів-носіїв — важлива ознака мінерагенічної спеціалізації порід. Якщо ж акцесорні мінерали виступають тільки у ролі концентраторів, то, напевне, це повинно враховуватися при визначенні геохімічної спеціалізації. Важливо також визначити типи генерацій акцесорних мінералів, що має враховуватися при дослідженні накладених пізніх процесів.

Розвиток філогенії акцесорних мінералів дозволить розробити методику визначення умов і особливостей формування геологічного об'єкту по найбільш інформаційноємним із мінералів — акцесорним мінералам.

Головна практична особливість методу філогенії акцесорних мінералів магматичних порід — оцінка потенційної рудоносності геологічного об'єкту.

Література

1. Барабанов В. Ф. Генетическая минералогия. — Л.: Недра. — 1977. — 234 с.
2. Бородин Л. С. Петрохимия магматических серий. — М.: Недра. — 1987. — 187 с.
3. Григорьев Д. П., Евзикова Н. З., Зидарова Б. Л. и др. Кристалломорфологическая эволюция видов. — Сыктывкар, 1981. — 79 с.
4. Григорьев Д. П., Жабин А. Г. Онтогенез минералов. — М.: Недра. — 1985. — 198 с.
5. Жабин А. Г. Стадиальный анализ в генетической минералогии. — М.: Недра. — 1984. — 189 с.
6. Жабин А. Г., Юшкин Н. П. Квантование пространства-времени в процессах минералообразования // Теория минералогии, — Т. 1. — Сыктывкар. — 1991. — С. 9-10.
7. Лазаренко Е. К. Опыт генетической классификации минералов. — К.: Наук. думка, 1979. — 316 с.
8. Носырев И. В., Кадурин В. Н. Происхождение и эволюция минеральных видов // Теория минералогии, — Т. 1. — Сыктывкар. — 1991. — С. 18.
9. Носырев И. В. К методике количественно-генетической оценки результатов изучения акцесорных минералов докембрийских пород (на примере Украинского щита) // Вопросы приклад. геохимии и петрофизики. Сб. Киев. ун-та, Вып. 8. — Киев, Вища школа. — 1981. — С. 52-59.
10. Павличин В. І. Основи кристалохімії мінералів: Навч. посібник. — К.: ВЦ “Київський університет”, 1998. — 320 с.

11. Рундквист Д. В. Вопросы изучения филогенеза месторождений полезных ископаемых // Записки ВМО, — Ч. 97. — Вып. 2. — 1968. — С. 19-22.
12. Че́пишко А. В., Носы́рев И. В. Кристаллосимметричная структура минеральных систем и её типоморфизм // Минерал. сб. Львов. ун-та. — 46. — Вып. 2. — 1992. — С. 70—76.

Каду́рин В. Н., Че́пишко А. В., Ра́дкевич Г. А.

Одесский национальный университет им. И. И. Мечникова,
кафедра общей и морской геологии,
ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина

ФИЛОГЕНИЧЕСКИЙ МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ АКЦЕССОРНЫХ МИНЕРАЛОВ МАГМАТИЧЕСКИХ ПОРОД

Резюме

Изучение акцессорных минералов повышает вероятность корреляции пород, достоверность данных о генезисе магматических и начальном составе метаморфических и ультраметаморфических пород, определения абсолютного возраста пород и их потенциальной рудоносности. Разработка современной генетической теории требует усовершенствования и объединения на единой научной основе всех подходов в изучении генезиса минералов. Развитие филогении акцессорных минералов позволяет разработать методику определения условий и особенностей формирования геологического объекта по наиболее информативным из минералов — акцессорным минералам.

Ключевые слова: акцессорные минералы, филогения, онтогенез, рудогенезис.

Kadurin V. N., Chepizhko O. V., Radkevich G. A.

Odessa National University,
Chair of general and sea geology,
Dvorianskaja str. 2, Odessa, 65026, Ukraine

FILOGENESIS A METHOD OF STUDY OF ACCESSORY MINERALS THE ABYSSAL OF BREEDS

Summary

The analysis of accessory minerals allows: to raise odds of correlation of soils, to receive the data on genesis abyssal of soils, and to receive the data on composition metamorphic and ultra metamorphic of soils, to determine of age of soils, and to determine them ore-bearing. The mining of the modern genetic theory requires association of all approaches in analysis of genesis of minerals on a uniform scientific basis. The progressing filogenesis of accessory minerals allows to elaborate the method of application of definition of conditions and features of forming of the geologic object on is most informational capacious of minerals — accessory minerals.

Key words: accessory minerals, filogenesis, ontogenesis, ore-bearing.