

УДК 553.21:549.51+552.3:551.71(477-551.242.5.055)

АКЦЕСОРНІ МІНЕРАЛИ І ПОТЕНЦІЙНА РУДОНОСНІСТЬ ГЕОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

О. Чепіжко, В. Кадурін

*Одеський національний університет імені І. І. Мечникова,
вул. Дворянська, 2, 65082 м. Одеса, Україна
E-mail: avcher@i.ua*

Інформацію з акцесорних мінералів важливо використовувати для кореляції “німих” товщ, реконструкції вихідного складу метаморфітів, визначення ходу петрогенетичного процесу, у разі оцінки потенційної рудоносності конкретних об'єктів. В основі інтерпретації цієї інформації є методи розрахунку парагенетичних асоціацій різних груп акцесоріїв і генераційний аналіз циркону. Теоретична основа цих методів – онтогенія і філогенія мінералів. Запропоновано алгоритм вирішення питання про потенційну рудоносність конкретних геологічних тіл. Метод дає змогу визначити характер і тип зруденіння та в комплексі з геологічною інформацією, отриманою під час картування, визначити територію розшуків. Аналіз кількісно-генетичної інтерпретації інформації з акцесорних мінералів дає змогу на стадії геологічного знімання прогнозувати потенційну рудоносність плутонічних утворень.

Ключові слова: акцесорні мінерали, генетична мінералогія, рудоносність, гранітоїди, Український щит.

Акцесорні мінерали (отримали назву від латинського *accessorius* – додатковий [3] або пізніше від французького *accessuar* – подробиця, що супроводжує що-небудь головне) априорі несуть генетичну інформацію про геологічний процес, унаслідок якого сформувався той чи інший геологічний об'єкт. Ми неодноразово розглядали застосування інформації з акцесорних мінералів для кореляції “німих” товщ, реконструкції вихідного складу метаморфічних порід, відновлення ходу петрогенетичного процесу тощо [1, 2]. В основі інтерпретації цієї інформації є метод розрахунку парагенетичних асоціацій різних груп акцесоріїв і метод генераційного аналізу циркону. Теоретична основа цих методів – уявлення про онтогенію та філогенію мінералів.

Водночас мало висвітлене питання про застосування акцесорних мінералів для оцінки потенційної рудоносності конкретних об'єктів [4]. А саме такі питання вирішують з їхнім застосуванням з високим ступенем достовірності. Який же алгоритм вирішення питання про потенційну рудоносність? По-перше: в автономному об'єкті (автономність визначена загальногеологічними параметрами) акцесорні мінерали утворюють три генетичні групи: реліктову, синпетрогенну і накладену. Їх виділяють на підставі оцінки параметрів розподілу (коефіцієнт варіації вмісту), поширення (частота трапляння мінерального виду) і виділення генерацій акцесоріїв. Кожну групу можна проаналізувати щодо її участі в інтегральній потенційній рудоносності об'єкта. Однак досвід засвідчує, що для плутонічних формацій (чи то власне магматичні об'єкти, чи ультраметаморфічні утворення) роль і вплив реліктових мінералів невеликі й ними можна знехтувати.

По-друге: синпетрогенна асоціація охоплює широкий парагенезис акцесорних мінералів і складається з вузьких парагенетичних спільнот, що послідовно утворилися. На підставі детального генераційного аналізу циркону та кількісної характеристики середнього вмісту, частоти трапляння і коефіцієнтів варіації по кожному мінеральному виду синпетрогенну асоціацію поділяють на власне синпетрогенну і автометасоматичну. Першу, відповідно, поділяють на ранній і пізній етапи, які характеризують час становлення породи загалом. Друга, автометасоматична, відповідає завершальним етапам розвитку плутонічного об'єкта. У цей час залишкові розплави і флюїди взаємодіяли вже з розлогою породою. На цих етапах широко виявлені пегматитові, пневматолітові та гідротермальні процеси. А, як відомо, саме з ними найчастіше пов'язані рудні тіла великих плутонічних утворень. Кількісні характеристики результатів генераційного аналізу циркону та якісні характеристики автометасоматичної асоціації дають змогу визначити тип і характер потенційного зруденіння конкретного масиву.

По-третє: нерівномірність розподілу, поширення низки мінералів та їхніх генерацій дають підстави припустити накладений характер і їхнього утворення. Подальше вивчення територіальної прив'язки накладеної мінералізації дасть змогу відповісти на питання щодо характеру і структурної прив'язки епігенетичних процесів.

Отже, описаний алгоритм дає змогу на підставі кількісного мінералогічного й генераційного аналізів запропонувати метод інтерпретації інформації за акцесорними мінералами, метою якої є визначення потенційної рудоносності конкретних геологічних тіл. У цьому разі вважаємо за доречне звернути увагу на такі обставини: 1) метод дає змогу визначити характер і тип зруденіння, тобто відповісти на питання: на що саме це зруденіння (на золото, рідкісні або розсіяні елементи тощо) і який генетичний тип рудопроявів треба очікувати (пегматити, грейзени, кварцові жили тощо); проте він не відповідає на питання: у якому саме місці треба шукати конкретний рудопрояв; 2) за характером поставлених питань та отриманих відповідей метод легко комплексується зі всілякою геологічною інформацією, отриманою на підставі картування; у цьому випадку можна легко отримати відповідь і на питання: де шукати?

Є дві генетичні групи гранітів: граніти магматичні, що виникли в процесі кристалізації магматичного розплаву, та граніти ультраметаморфічні, які сформувалися в процесі метасоматичного заміщення гранітизувальними розчинами метаморфічних порід; процеси гранітизації відбуваються в зоні ультраметаморфізму.

Калішпатизація – нормальний процес гранітизації ультраметаморфічних гранітів на Українському щиті (УЩ). У ході калішпатизації з порушеної структури породи разом з Са, Na вивільняються рідкісні землі, а рідко- і твердофазові реакції приводять до формування самостійних мінеральних фаз, що реалізуються в самостійні мінеральні види – монацит $(\text{Ce,La,Y,Th})[\text{PO}_4]$ (часто містить ізоморфні домішки ThO_2 (до 10 % і більше), Y_2O_3 (до 5 %), UO_2 (до 6,6 %), ZrO_2 , іноді CaO , SiO_2 , SO_3); ксенотим $\text{Y}[\text{PO}_4]$ (домішки Dy , Er , Tb , Yb), тантало-ніобати, ортит (аланіт) $(\text{Ca,Ce,La,Y})_2(\text{Al,Fe})_3(\text{OH})[\text{SiO}_4]_3$, чевкініт $(\text{Ca,Ce,La})_4\text{Fe}_2(\text{Ti,Fe})_3\text{O}_8[\text{Si}_2\text{O}_7]_2$ тощо. Причому в кожному структурно-тектонічному районі, виділеному на УЩ, визначено свою специфіку у розвитку й розподілі акцесорних мінералів. Наприклад, для центральної частини УЩ характерна Се–Y група мінералів (ксенотим, монацит), для Приазов'я – Се–Ti (чевкініт), для північно-західної частини щита – Се–Y (монацит) [1, 2].

Унаслідок виконання науково-дослідних робіт ученими Київського та Одеського національних університетів на УЩ виявлено комплекси і провідні петротипи гранітоїдів,

які сформувалися внаслідок процесів докембрійської тектономагматичної активізації (ТМА) у різних георайонах щита; визначено етапність проявів та головні вікові рубежі докембрійської ТМА по георайонах, виконано їхню кореляцію і зіставлення; дано мінералогічну характеристику гранітоїдів етапів докембрійської ТМА УЩ [5, 6].

Асоціації акцесорних мінералів, їхній склад і властивості можуть слугувати надійним критерієм формаційної належності гранітоїдів [1, 4–6]. Серед акцесорних мінералів одностанно визначено генерації циркону, апатиту, монациту (магматичні ранні й пізні, пегматитові, пневматолітові й гідротермальні), які виділилися на відповідних стадіях формування породи [5, 6 та ін.]. Кількісний розрахунок типоморфних синпетрогенних асоціацій акцесорних мінералів, а також кількісні співвідношення генераційних типів найпоширеніших акцесоріїв дають змогу реконструювати загальну генетичну картину геологічного об'єкта. Склад автометасоматичних типоморфних асоціацій акцесорних мінералів дає інформацію свідчить про склад імовірного зруденіння, пов'язаного з післямагматичним етапом формування геологічного тіла. Вірогідно з'ясовано зв'язок між поширеністю деяких мінералів та особливостями мінералоутворювального середовища.

Наприклад, у рамках комплексної програми вивчення речовинного складу плутонічних формацій УЩ, виконаної вченими чотирьох вищих навчальних закладів під керівництвом проф. М. Толстого, вивчено речовинний склад основних петротипів гранітоїдів на УЩ, у тім числі їхні акцесорні мінерали. За методикою, запропонованою у праці [2], виконано оцінку потенційної рудоносності геологічних об'єктів. Потенційна рудоносність автометасоматичної і накладеної асоціацій як прогностичний критерій геологічних комплексів ґрунтується на аналізі акцесорних мінералів. Саме ці асоціації фіксують інформацію щодо завершальних (часто рудних) стадій формування магматичних і ультраметаморфічних тіл. Зокрема, вивчення автометасоматичної стадії кіровоградських гранітів засвідчило наявність монациту, анатазу, піриту й турмаліну, що разом із незначним проявом калішпатизації є ознакою початкової стадії післямагматичного флюїдного перетворення породи з вивільненням рідкісноземельних елементів.

Геохронологічно кіровоградські граніти сформувалися в межах дослідженої частини Інгуло-Інгулецького району раніше від усіх інших. На наступних етапах переробки порід під впливом глибинного мантійного плюму на стадії ультраметаморфізму сформувалися породи новоукраїнського комплексу сублужного характеру. Особливістю порід цього комплексу є або відсутність акцесорних мінералів автометасоматичної асоціації, або незначна їхня кількість (наприклад, піриту, титаніту, турмаліну, анатазу). У цьому разі петрографічно фіксована потужна калішпатизація альбіту. Це дає змогу припустити, що післямагматичні фази формування новоукраїнських гранітоїдів були етапами калієвого вилуговування в апікальній частині вмисних порід, включно з гранітоїдами кіровоградського комплексу.

На наступному етапі формування мантійного плюму виникла гібридна магма, яка привела до формування порід корсунь-новомиргородського комплексу. Автометасоматична асоціація акцесорних мінералів цього комплексу представлена циртолітом, піротином, флюоритом, халькопіритом, галенітом, молібденітом, сподуменом, титанітом, уранінітом. Такий склад асоціації є свідченням двох послідовних фаз післямагматичного процесу, а саме – пневматолітової (сподумен, титаніт, флюорит) та гідротермальної (циртоліт, піротин, флюорит, халькопірит, галеніт, молібденіт, уранініт). У цьому разі привертає увагу підвищення ступеня лужності, що виявилось у формуванні Li-піроксенів, а в гідротермальній фазі – залучення в мінералоутворювальний процес урану.

Очевидним є припущення, що подібні утворення можуть сформуватися в метасоматично змінених новоукраїнських або кіровоградських гранітах; проте, як зазначено вище, кіровоградські граніти могли пройти фазу вилугування, яка була пов'язана саме з метасоматитами новоукраїнських порід. Ми перевірили запропоновану схему потенційної рудоносності, яка ґрунтується на вивченні гранітів різних комплексів без вивчення метасоматично змінених вмисних порід. Для цього вивчено дані про рудопрояви і родовища західної частини Інгуло-Інгулецького району між Первомайським субмеридіональним розломом і групою плутонів, що сформовані корсунь-новомиргородськими й новоукраїнськими гранітоїдами.

Аналіз літературних даних [4] підтвердив наявність великих Li-родовищ у метасоматично змінених вилугуваних кіровоградських гранітах (Полохівське, Станкуватське і Надія). Основним рудним мінералом цих родовищ є петаліт $\text{Li}[\text{AlSi}_4\text{O}_{10}]$. Відсутність цього мінералу серед акцесоріїв гранітів пов'язана з тим, що густина його – $2,30 \text{ г/см}^3$. У напрямі на північ від цих родовищ відомі також великі родовища урану (Південне, Лозоватське й Калинівське), які належать до К-U-формації гідротермального походження.

Отже, вивчення за методикою кількісно-генетичної інтерпретації інформації про акцесорні мінерали дає змогу на стадії геологознімальних робіт прогнозувати потенційну рудоносність великих плутонічних утворень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Генерационный анализ акцессорного циркона / И. В. Носырев, В. М. Робул, К. Э. Есипчук, В. И. Орта. – М. : Наука, 1989. – 203 с.
2. К методике выделения типоморфных ассоциаций акцессорных минералов гранитоидных пород / И. В. Носырев, В. Н. Кадурин, В. М. Робул, А. В. Чепижко // Акцессорные минералы горных пород. – М. : Наука, 1985. – С. 34–43.
3. Лазаренко Е. К. Опыт генетической классификации минералов / Е. К. Лазаренко. – Киев : Наук. думка, 1979. – 316 с.
4. Металлические и неметаллические полезные ископаемые Украины. Т. 1. Металлические полезные ископаемые / [Ред. Н. П. Щербак, А. Б. Бобров]. – Киев; Львов : Изд-во “Центр Европы”, 2005. – 785 с.
5. Петрографія, акцесорна мінералогія гранітоїдів Українського щита та їх речовинно-петрофізична оцінка / М. І. Толстой, М. В. Костенко, В. М. Кадурін [та ін.]. – К. : ВПЦ “Київський університет”, 2008. – 356 с.
6. Толстой М. І. Петрогеохімія і петрофізика гранітоїдів Українського щита та деякі аспекти їх практичного використання / М. І. Толстой, Ю. Л. Гасанов, Н. В. Костенко. – К. : КНУ, ВПЦ “Київський університет”, 2003. – 330 с.

*Стаття: надійшла до редакції 28.07.2014
прийнята до друку 24.09.2014*

ACCESSORY MINERALS AND POTENTIAL ORE CONTENT OF GEOLOGICAL BODIES

O. Chepizhko, V. Kadurin

*I. I. Mechnikov National University of Odesa,
2, Dvoryanska St., 65082 Odesa, Ukraine
E-mail: avchep@i.ua*

It is important to use the information on accessory minerals for correlation of “barren” series, the reconstruction of the metamorphic rocks original composition and petrogenetic process, evaluation of the potential ore-bearing of concrete objects. The methods of calculation of different group accessory minerals paragenetic associations and generational analysis of zircon are the basis of this information interpretation. The theoretical basis of these methods is the ontogeny and phylogeny of the minerals. The algorithm for solving the issue of potential ore-bearing specific geological bodies has been proposed. The method makes it possible to determine the nature and type of mineralization, and in conjunction with information obtained during geologic mapping, – to define the territory for useful components searches. Analysis of quantitative-genetic interpretation of information on accessory minerals allows predicting the potential ore content of plutonic rocks at the stage of geological survey.

Key words: accessory minerals, genetic mineralogy, ore content, granitoids, Ukrainian Shield.

АКЦЕССОРНЫЕ МИНЕРАЛЫ И ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ РУДОНОСНОСТЬ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

А. Чепижко, В. Кадури́н

*Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
ул. Дворянская, 2, 65082 г. Одесса, Украина
E-mail: avchep@i.ua*

Информацию об акцессорных минералах важно использовать для корреляции “немых” толщ, реконструкции исходного состава метаморфитов, реконструкции петрогенетического процесса, оценки потенциальной рудоносности конкретных объектов. В основе интерпретации этой информации лежат методы расчета парагенетических ассоциаций разных групп акцессорных минералов и генерационный анализ циркона. Теоретической основой этих методов являются онтогенез и филогения минералов. Предложено алгоритм решения вопроса о потенциальной рудоносности конкретных геологических тел. Метод дает возможность определять характер и тип оруденения, а в комплексе с геологической информацией, полученной при картировании, – территорию поисков. Анализ количественно-генетической интерпретации информации об акцессорных минералах позволяет на стадии геологической съемки прогнозировать потенциальную рудоносность плутонических образований.

Ключевые слова: акцессорные минералы, генетическая минералогия, рудоносность, гранитоиды, Украинский щит.