

## МІНЕРАЛОГЕНІЯ РІДКІСНОЗЕМЕЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА СТАДІЇ УЛЬТРАМЕТАМОРФІЗМУ І МЕТАМОРФІЗМУ ІНГУЛЬСЬКОГО МЕГАБЛОКА УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

---

У докембрійській історії земної кори Українського щита (УЩ) від початкових стадій формування до повної консолідації значна роль належить гранітоїдним породам (їхня частка сягає 3/4 об'єму). Це означає, що на території УЩ тривалість мегаетапу гранітоутворення, який в історії щита більше не повторювався, була величезною. Особливість цього мегаетапу полягає у змінненні хімічного, речовинного складу порід у часі. Ці зміни відбувалися послідовно, але мали не постійний, а періодичний характер, що визначалось, насамперед, дискретністю перебігу власне магматичного процесу, підпорядкованого окремим тектономагматичним проявам.

Еволюція докембрійського магматизму взагалі й гранітоїдного магматизму зокрема відображає найважливішу закономірність геологічної історії розвитку земної кори на всіх етапах її формування, оскільки є своєрідним індикатором геодинамічних процесів і характеру тектонічних структур [1, 5—8].

На заключній стадії третього етапу гранітоїдного магматизму, що проявилась у межах мегаблоків з добре розвиненою континентальною корою, сформувались переважно граніти групи рапаківі (коростенський і курсунь-новомиргородський комплекси), а також різноманітні гранітоїди сублужного ряду (південнокальчицький, кам'яногогильський і пержанський комплекси).

Еволюцію гранітоїдного магматизму на різних етапах, пов'язаних з окремими тектономагматичними циклами, досліджували методом головних компонент у режимі кореляційної матриці (R-метод) [6]. Процес формування гранітоїдів УЩ був не послідовним, а циклічним. На це вказують виділені еволюційні ряди гранітоїдних порід, які й фіксують собою три великі етапи гранітоутворення на УЩ зі зміною їхнього речовинного складу в часі залежно від типу вихідного магматизму. Так, на ранньому етапі утворювались породи плагіогранітоїдного ряду — діорити, ендербіти, кварцові діорити, тоналіти, плагіограніти. Фігуративні точки хімічного складу цих порід послідовно змінюють одна одну, утворюючи єдиний тренд. Два наступні ряди порід, які характеризують середній і заключний етапи гранітоутворення на щиті, на відміну

від попереднього, представлені кислими гранітоїдами відповідно нормальної (гранодіорити, чарнокіти, граніти й лейкограніти) і підвищеної лужності (граносієніти, граніти рапаківі, сублужні граніти, рапаківіподібні граніти).

Виявлені тренди петрохімічної диференціації порід плагіогранітоїдного ряду й кислих гранітоїдів УЩ розрізняються своєю орієнтацією: крутішою для порід першого ряду й майже субпаралельною осі лужності для останніх двох. Припускають, що така зміна в орієнтації трендів гранітоїдів другого і третього рядів відносно першого пов'язана зі структурною перебудовою земної кори у зв'язку з її сіалізацією. Це, зокрема, привело до розшарування земної кори на дві різні за мінеральним складом оболонки, які представлені відповідно гранітоїдами середнього й кислого складу.

Не виникає сумніву, що останній етап гранітоутворення на УЩ за природою є інтрузивним і характеризується появою таких сублужних порід, як граносієніти, граніти рапаківі, рапаківіподібні граніти, безпосередньо пов'язаних з процесами тектономагматичної активізації. Також є підстави вважати, що цією активізацією зумовлено формування порід другого петрохімічного тренду. Лише гранітоїди першого еволюційного ряду за походженням є здебільшого ультраметаморфічними утвореннями.

Гранітоїди інгулецького і кіровоградського комплексів поширені у східній частині району в межах Інгулецько-Криворізької шовної зони, де вони локалізуються в ядрах великих (Інгулецький вал) і дрібніших антиформних структур (Гурівська), а також у виступах архейського фундаменту серед молодших утворень. Гранітоїди інгулецького комплексу сформувалися в результаті ультраметаморфогенного перетворення гнейсо-амфіболітової супракрустальної товщі в умовах амфіболітової фації метаморфізму (2900—2800 млн років тому) [1].

Кіровоградський комплекс представлений переважно середньотемпературними гранітоїдами, субстратом для яких є метаморфічні утворення інгуло-інгулецької серії, релікти яких метаморфізовані в *PT*-умовах високотемпературної амфіболітової фації і доволі часто трапляються серед гранітоїдів. Гранітоїди представлені невеликими за розмірами тілами плагіогранітів і тоналітів за підпорядкованою кількістю гранодіоритів і кварцових діоритів.

Граніти складають ряд конформних масивів, оточених зонами мігматитів, найбільшим з яких є Долинський, розташований у південно-східній частині району. Будова тіл має зональний характер. Внутрішні їх частини утворені лише гранітами, а зовнішні насичені включеннями порід брилової форми, що надає їм вигляду макромагматитів. Граніти масивів поступово переходять у мігматити, складені чергуванням шароподібних тіл гранітів, шаруватих мігматитів і гнейсів інгуло-інгулецької серії.

Порфіроподібні граніти утворюють значні за розмірами масиви з нечітко вираженою зональною будовою, найбільшими з яких є Кіровоградський, Бобринецький, Вознесенський. На більшій частині площі вони складені дуже одноманітними порфіроподібними середньозернистими біотитовими гранітами. Масиви супроводжуються дайками світло-сірих або білих лейкократових аплітоподібних гранітів з біотитом і гранатом. Генезис гранітів комплексу трактується неоднозначно, хоча не виникає сумніву щодо їх належності до головного етапу короутворення Кіровоградського мегаблока (ізотопний вік гранітоїдів 2100—1850 млн років [2]).

Щодо характеру розподілу рідкісних елементів у нормальних гранітах УЩ зазначимо геохімічну спорідненість гранітів новоукраїнського і кіровоградського комплексів. Підтвердженням цього є широкий спектр спільних для них елементів спеціалізації, насамперед Pb, Mo, Th (найбільш типоморфні), а також La, Ce,

Y, Ni, Co, U, F. Це може свідчити, зокрема, про входження гранітів цих комплексів до складу єдиного кіровоградсько-новоукраїнського плутону [4]. При цьому кіровоградські граніти є більш глибинними (і, можливо, ранішими) утвореннями порівняно з новоукраїнськими. На це вказує чітке підвищення в гранітах новоукраїнського комплексу середнього вмісту більшості літофільних елементів (крім Sc, Na, Li, Sr) і таке саме зменшення сидерофільних — V, Cr, Co, Ni.

До сидерофільного геохімічного типу належить більшість найдавніших гранітоїдних комплексів УЩ: гайворонський і літинський у Дністровсько-Бузькому мегаблоці; інгулецький — в Інгульському; дніпропетровський, сурський, саксаганський — у Середньопридніпровському; токмацький, шевченківський та обіточненський — у Приазовському мегаблоці. Цей тип характеризується досить стабільним набором провідних елементів спеціалізації переважно сидерофільної групи і їх супутників, а саме: Co, Ni, Cr, Cu, Sr. Такі елементи, як F, Sn, Pb, Mo та U, Th, підвищений вміст яких відзначено в деяких гранітоїдних комплексах архею, за природою є накладеними, і до провідних їх не включають.

Третя група гранітоїдів, до якої увійшли породи житомирського, кишинського, коростенського, пержанського (Волинський мегаблок), уманського і ставищенського (Росинсько-Тикицький мегаблок), новоукраїнського і корсунь-новомиргородського (Інгульський мегаблок), мокромосковського і токівського (Середньопридніпровський мегаблок), анадольського, хлібодарівського, південнокальчицького, кам'яногогильського комплексів (Приазовський мегаблок), має літофільно-халькофільний профіль геохімічної спеціалізації. Наймолодші серед них — пержанський і кам'яногогильський комплекси — належать до халькофільно-літофільного підтипу, решта — до літофільно-халькофільного.

Для всіх вивчених петротипів гранітоїдів визначені синпетрогенні й автометасоматичні асоціації акцесорних мінералів (АМ), які по суті є основними в характеристиці умов петрогенезису. Кількісні розрахунки типоморфних синпетрогенних асоціацій АМ, а також кількісне співвідношення генераційних типів найпоширеніших АМ дають змогу реконструювати загальну генетичну картину геологічного об'єкта. Склад автометасоматичних типоморфних асоціацій АМ несе інформацію про склад можливого зруденіння, пов'язаного з постмагматичним етапом формування. Так, граніти рапаківі мають більш широкий набір АМ, які утворювалися під час основного процесу гранітизації, — циркон, апатит, магнетит, ільменіт, сфен і флюорит. Для нормальних автохтонних гранітів набір АМ цієї асоціації скорочується — апатит, циркон, магнетит й ільменіт. Синпетрогенна асоціація алохтонних гранітів містить апатит, циркон, магнетит і монацит. Зазначене підвищення вмісту основних АМ зі збільшенням глибини формування петротипу може бути використано як одна з ознак під час вивчення окремого структурного району фундаменту УЩ [3, 4, 6].

У ході калішпатизації як нормального процесу гранітизації ультраметаморфічних гранітів на УЩ з порушеної структури породи разом з Ca, Na вивільняються рідкісноземельні елементи, а рідиннофазові й твердофазові реакції приводять до формування самостійних мінеральних фаз, які реалізуються в самостійні мінеральні види: монацит ((Ce, La, Y, Th)PO<sub>4</sub>; U, SO<sub>4</sub>), SiO<sub>4</sub>; ксенотим (YPO<sub>4</sub>); ортит (Ca, Ce, La)<sub>2</sub>(Al, Fe, Mn, Be)<sub>3</sub>[SiO<sub>4</sub>][Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>]O(O, OH); чевкініт (Ce<sub>4</sub>Fe<sub>2</sub>Ti<sub>3</sub>[Si<sub>2</sub>O<sub>7</sub>]O<sub>8</sub>), Ta-Nb. Причому для кожного структурно-тектонічного району УЩ визначена своя специфіка в розвитку і розподілі АМ.

Автометасоматичні асоціації пов'язані зі стадією формування лейкогранітів, з підвищеним вмістом альбіту, а також сублужних гранітів і сіенітів. Саме ці породи, можливо, є найперспективнішими стосовно підвищених концентрацій рідкісноземельних елементів у самостійних мінеральних фазах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Геология* и металлогения докембрия Украинского щита. Комплект карт масштаба 1:1 000 000: Объясн. зап. Кн. 1. — Киев, 1984. — 150 с.
2. *Гранитоиды* Украинского щита. Петрохимия, геохимия, рудоносность / Отв. ред. Н.П. Щербак. — Киев: Наук. думка, 1993. — 232 с.
3. *Каталог* изотопных дат пород Украинского щита / Н.П. Щербак, В.Г. Злобенко, Г.В. Жуков и др. — Киев: Наук. думка, 1978. — 224 с.
4. *Носырев И.В., Кадурин В.Н., Робул В.М., Чепижко А.В.* К методике выделения типоморфных ассоциаций акцессорных минералов гранитоидных пород // Акцессорные минералы горных пород. — М.: Наука, 1985. — С. 34—43.
5. *Справочник* по петрографии Украины (магматические и метаморфические породы) / И.С. Усенко, К.Е. Есипчук, И.Л. Личак и др. — Киев: Наук. думка, 1975. — 578 с.
6. *Толстой М.І., Костенко Н.В., Кадурін В.М. та ін.* Петрографія, акцесорна мінералогія гранітоїдів Українського щита та їх речовинно-петрофізична оцінка. — К.: ВПЦ “Київський університет”, 2008. — 356 с.
7. *Щербак Н.П., Бибикина Е.В., Скобелев В.М. и др.* Эволюция во времени и металлогенетическая специализация раннедокембрийской коры Украинского щита (3,7—1,7 млрд лет) // Минерал. журн. — 2003. — **25**, № 4. — С. 82—92.
8. *Щербак И.Б.* Петрология Украинского щита. — Львов: ЗУКЦ, 2005. — 364 с.