

УДК 552.08:53

Н.В.Костенко, пров. інж.

ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГРАНІТОЇДІВ РІЗНИХ ЕТАПІВ ДОКЕМБРІЙСЬКОЇ ТЕКТОНО-МАГМАТИЧНОЇ АКТИВІЗАЦІЇ НА УКРАЇНСЬКОМУ ШИТІ

За геохімічними особливостями гранітоїдів визначено комплекси УЩ, які безпосередньо сформувалися внаслідок прояву процесів тектоно-магматичної активізації (ТМА) або зазнали їхнього впливу. Виділено чотири етапи докембрійської ТМА гранітоїдного типу на УЩ, які підтверджуються також даними ізотопної геохронології. Вікові межі етапів синхронізуються з відповідними геохімічними і металогенічними епохами. Аргументується розділення кожного з етапів ТМА на 2 стадії: власне ТМА і тектоно-метасоматичної активізації, які розмежовані певним проміжком часу між пороодо- і рудоутворенням.

On geochemical features of granitoids the complexes of the Ukrainian shield are determined, which one immediately were formed owing to development of processes tectonic-magmatic activating or were subject to their influencing. The stages of granitoid's tectonic-magmatic activating of the Ukrainian shield are chosen and are confirmed also by dates of a dating by radioactivity. The temporary boundaries of stages will be clocked with applicable geochemical and metallogenic epochs. The separation of each stage TMA on 2 stages is argued: purely TMA and tectonic-metasomatic activating, which one are parted by a particular interim between formations rocks and ores.

Вступ. Як відомо, УЩ відноситься до числа великих рідкіснометалевих провінцій світу [3], металогенічний характер якого визначається рудопроявами і родовищами, у тому числі унікальними, тісно пов'язаними насамперед з гранітоїдними утвореннями зон і областей докембрійської ТМА.

Вивченість питання. Беручи до уваги значний рідкіснометалевий потенціал зон і областей активізації, над проблемою докембрійської ТМА на УЩ у свій час працювали Я.Н.Бєлевцев та ін. [1], О.Б.Гінтов [6], А.А.Гойжевський [7], В.В.Науменко [14], Є.М.Шеремет [20], К.Ю.Єсипчук та ін. [9], Т.П.Волкова [4], Л.С.Галецький та ін. [5]. Залежно від індивідуального підходу і методів дослідження згадані дослідники пов'язували процеси ТМА гранітоїдного типу на УЩ виключно з протерозойською еонотемою, виділяючи від 1 до 3 епох, або стадій (до 2), його активізації.

Мета досліджень. Саме вивченню еволюції цих процесів, їх етапності, виходячи з геохімічних особливостей гранітоїдних порід, присвячена стаття. Робота є регіональною за своїм змістом, її основним завданням

було: визначитися насамперед з тими гранітоїдними комплексами УЩ та їх провідними петротипами, які безпосередньо сформувалися внаслідок прояву процесів ТМА або зазнали їхнього впливу. При вирішенні цього питання автор намагався відійти від якісного (з ланкою можливих невизначеностей) підходу, замінивши його кількісним, спираючись на оригінальну геохімічну інформацію, отриману з петротипів [17]. Залучення елементного складу провідних петротипів гранітоїдних комплексів для з'ясування зон активізації є коректним і обґрунтованим з методологічного погляду через присутність серед них безпосередніх елементів-індикаторів процесів ТМА: фтору [19] й урану [14]. За [18], фтор є транспортуємим компонентом ряду гранітофільних елементів, будучи, таким чином, генетичним супутником рідкіснометалевого зруденіння, що, як правило, найбільше сконцентровано в областях ТМА.

Виклад основного матеріалу. Враховуючи широке коло задіяних рідкісних і рудних елементів (33), для вивчення особливостей їх розподілу в 32 гранітоїдних комплексах УЩ був застосований факторний аналіз (метод головних

компонент – МГК у режимі кореляційної матриці (R-метод). Процедура підготовки вихідних даних для МГК полягала у визначенні середнього вмісту елементів у провідних петротипах гранітоїдних комплексів УЩ з використанням вибірок об'ємом 10–30 проб. Кожний петротип охарактеризований 1–6 (у середньому 2–3) такими вибірками. Наступним кроком обробки результатів аналізів було визначення середнього вмісту елементів в окремих типах гранітоїдних порід у межах кожного комплексу, а потім і комплексу порід у цілому.

На загальній факторній діаграмі 32 гранітоїдних комплексів УЩ (рис. 1) чітко виокремилися фігуративні точки елементного складу тих із них, формування яких є результатом діяльності ТМА гранітоїдного типу. Це, зокрема, знайшло своє відображення в характерному наборі асоціативних груп елементів, пов'язаних з фактором F_1 . Серед

елементів, що мають значимі додатні факторні навантаження (тут і далі наводяться у порядку зменшення їхніх значень), присутні сидерофільні Co, Ni та їхній супутник Sr. Значимі від'ємні факторні навантаження у F_1 мають Rb, Y, Sn, K, Li, U, F, Nb, Th. Судячи з наведених елементних парагенезисів, перший фактор (37,7 % загальної дисперсії) є переважно свідченням ультраметаморфічної диференціації гранітоїдних комплексів, фігуративні точки яких розміщені правіше осі F_2 , і переважно еманційно-метасоматично-магматичної – для комплексів, фігуративні точки яких знаходяться ліворуч від неї. Присутність в асоціації літофільних елементів F і U, типоморфних для утворень областей ТМА, указує безпосередньо на те, що ряд гранітоїдних комплексів належить до числа активізованих. На діаграмі, зокрема, це такі, фігуративні точки складу яких знаходяться, головним чином, в її лівій частині.

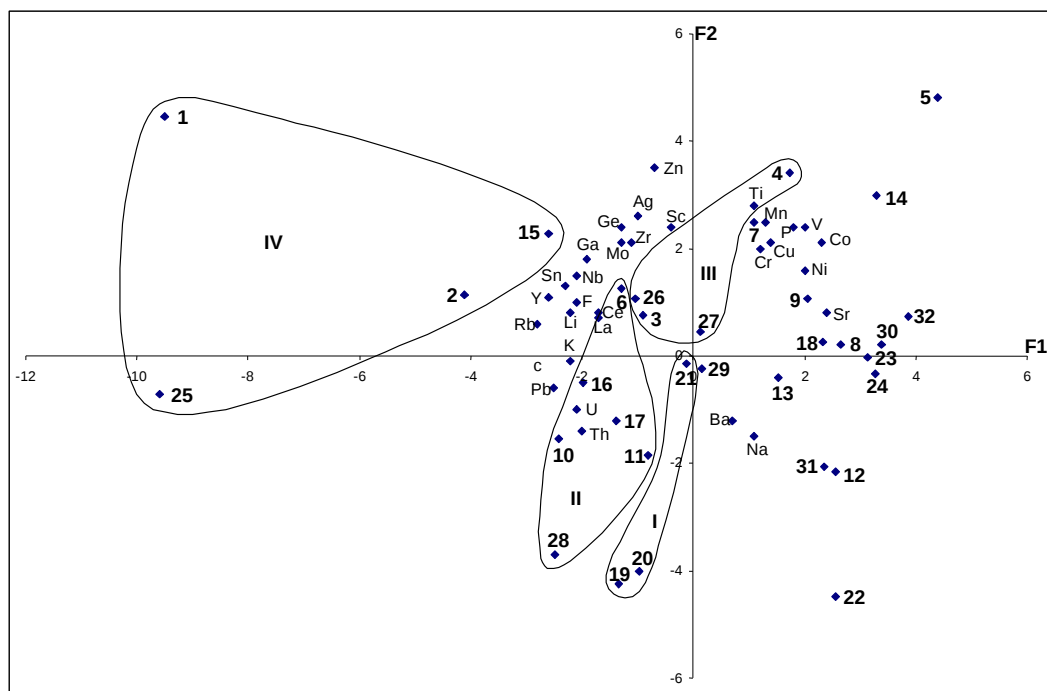


Рис. 1. Діаграма значень 1-го і 2-го факторів гранітоїдних комплексів УЩ.

Умовні позначення: 1) гранітоїдні комплекси: 1 – пержанський, 2 – коростенський, 3 – кишинський, 4 – осницький, 5 – букинський, 6 – житомирський, 7 – бердичівський, 8 – літинський, 9 – гайворонський, 10 – ставищанський, 11 – уманський, 12 – звенигородський, 13 – гайсинський, 14 – тетіївський, 15 – корсунь-новомиргородський, 16 – новоукраїнський, 17 – кіровоградський, 18 – інгулецький, 19 – токівський, 20 – мокромосковський, 21 – демуринський, 22 – саксаганський, 23 – сурський, 24 – дніпропетровський, 25 – кам'яномогильський, 26 – південнокальчицький, 27 – хлібодарівський, 28 – анадольський, 29 – салтичанський, 30 – обіточненський, 31 – шевченківський, 32 – токмацький; 2) контурами окреслено фігуративні точки елементного складу гранітоїдних комплексів, віднесені до різних етапів докембрійської ТМА на УЩ (етапи I–IV)

З метою уточнення позицій деяких гранітоїдних комплексів з позиції віднесення їх до зон ТМА було проведено кластерний аналіз (рис. 2), у результаті якого в межах позитивних значень коефіцієнтів кореляції виділилося три групи комплексів, а саме: 1) пержанський, коростенський, корсунь-новомиргородський, кам'яномогильський, ставищанський, уманський, новоукраїнський, кіровоградський, анадольський комплекси; 2) токівський, мокромосковський, кишинський, осницький, південнокальчицький, хлібодарівський, житомирський, демуринський, салтичанський; 3) букинський, обіточненський, токмацький, тетіївський, інгулецький, звенигородський, саксаганський, сурський, дніпропетровський, шевченківський, бердичівський, літинський, гайворонський, гайсинський.

Характерно, що перші дві групи становлять комплекси, які належать до гранітоїдної ТМА (або зазнали її впливу) і є в більшості інтрузивно-алохтонними за своїм походженням, третю – переважно ультраметаморфічно-автохтонні. У свою чергу виділені групи

комплексів поділяються за значеннями коефіцієнтів кореляції, вищих за $r_{кр} \geq 0,35$ (5 % рівень значимості), на декілька підгруп, а саме: 1) пержанський, коростенський, корсунь-новомиргородський, кам'яномогильський комплекси; 2) ставищанський, уманський, новоукраїнський, кіровоградський, анадольський; 3) токівський, мокромосковський; 4) кишинський, осницький, південнокальчицький, хлібодарівський; 5) житомирський, демуринський, салтичанський. Особливістю виділених підгруп є певна стадійність у формуванні гранітоїдних комплексів відповідно до даних ізотопної геохронології, згідно з якими наймолодшими є представники 1-ї підгрупи (1800–1720 млн років) [22, 21, 4]; далі – четвертої (2030–1800 млн років) [22, 4]; другої і п'ятої (2135–1910 млн років) [22, 8] за винятком демуринського з ізотопним віком 3000–2800 млн років [8, 9]. Закривають цей ряд гранітоїди токівського і мокромосковського

комплексів з третьої підгрупи, реперний вік яких 2815 млн років [22].

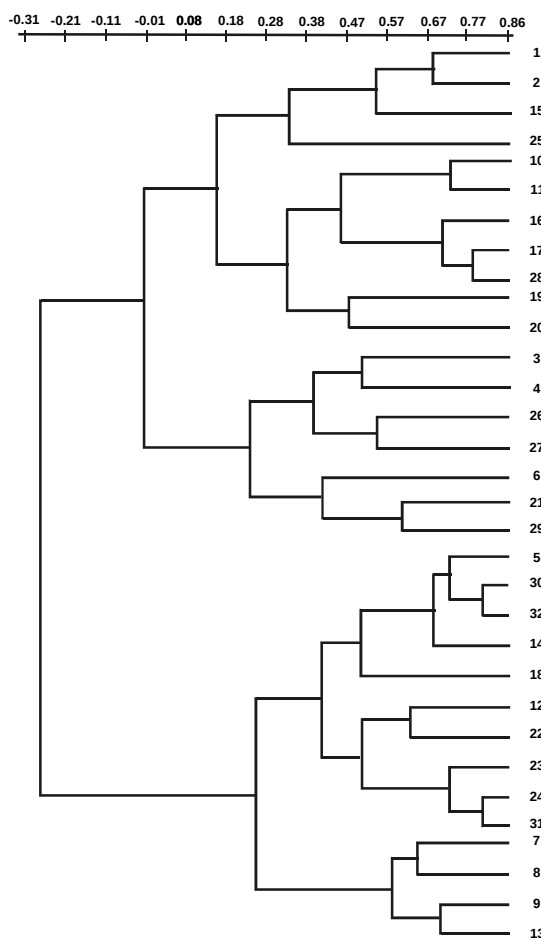


Рис. 2. Дендрограма кореляційних зв'язків гранітоїдних комплексів УЩ: 1) по горизонталі – величини коефіцієнтів кореляції; 2) по вертикалі – номери комплексів. Назви комплексів за їхніми номерами див. рис. 1.

Таким чином, на фоні інших гранітоїдних комплексів своїм ізотопним віком різко виділяються гранітоїди токівські, мокромосковські й демуринські, які за нашими припущеннями слід відносити до самого раннього етапу гранітоїдної ТМА на території УЩ, а всі інші до пізніх.

Зазначимо, що з позиції давньої ТМА розглядається гранітоутворення в межах цього часового інтервалу (2800-2600 млн років) на Балтійському щиті С.Б.Лобач-Жученко та ін. [12]. За даними Л.В.Григор'євої [10], у цей час (2700-2800 млн років) проходила основна сіалічна диференціа-

ція земної кори, яка закінчилася глобальною кратонізацією і становленням протоплатформного режиму.

Наступні два етапи ТМА гранітоїдного типу після довгого тектонічного застою зафіксовано на Українському щиті в діапазоні 2140-1800 млн років. Протягом другого етапу сформувалися гранітоїди житомирського, ставищанського, уманського, новоукраїнського, кіровоградського, анадольського і салтичанського комплексів, які за стратиграфічною схемою докембрію УЩ (2000 р.), крім новоукраїнського, відносяться до ультраметаморфічних утворень. Але проведені дослідження свідчать про те, що більшість з них (якщо не всі) мають ознаки алохтонно-інтрузивного походження, а саме: січні контакти, активні контакти з вміщуючими породами, різний вік гранітоїдних масивів і порід рами, відсутність поступових переходів до мігматитових зон, результати генераційного аналізу цирконів, багатофазність гранітоїдних утворень і т. ін. [8, 15, 9, 22, 16]. Під час третього етапу ТМА утворилися виключно інтрузивні (за цією ж схемою) гранітоїди кишинського, осницького, південнокальчицького і хлібодарівського комплексів.

Майже без часової перерви, яка для деяких георайонів (зокрема Ігуло-Ігулецького) зростає до 300 млн р., третій етап змінюється четвертим – заключним для докембрійської гранітоїдної ТМА УЩ. Незважаючи на короткий віковий діапазон, цей етап [1770 (1800)-1720 млн років], у свою чергу, чітко поділяється на дві стадії: ранню – власне ТМА, у результаті якої були сформовані коростенський, корсунь-новомиргородський і кам'яномогильський гранітоїдні комплекси, і пізню – тектоно-метасоматичну з утворенням лізниківських гранітів, гранітоїдів пержанського комплексу, граносієнітів руськополянських і метасоматично змінених порід кам'яномогильського комплексу. Згідно з ізотопним реперним датуванням вік найбільш метасоматично змінених лізниківських гранітів коростенського комплексу і пержанських гранітів 1760 млн років [22], а власне коростенських гранітів рапаківі 1770 млн років. Таким чином, є певна асинхронність між гранітоутворенням і метасоматичним (гідротермально-метасоматичним) процесом, з яким генетично пов'язано рідкіснометалеве зруденіння. Припускається, що така ж стадійність характеризує всі чотири етапи ТМА УЩ. Лише відсутність реперного ізотопного датування продуктів їхнього формування і часто накладений характер ускладнюють їх виділення. Вікова відірваність зруденіння відносно вміщуючих його гранітоїдів (до 210 млн років) і геолого-структурна позиція зруденіння дають підставу говорити про генетичний зв'язок рідкіснометалевих родовищ з процесами тектоно-метасоматичної активізації як пізньої стадії власне ТМА [17] кожного з виділених етапів (табл. 2).

Таблиця 2. Схема етапів докембрійської ТМА гранітоїдного типу по георайонах УЩ

ТМА		Північно-Західний	Дністровсько-Бузький	Росинсько-Тікицький	Ігуло-Ігулецький	Середньо-придніпровський	Приазовський
Етап	Стадія	Комплекси					
IV	Б	пержанський, граніти лізниківські			граносієніти руськополянські		метасоматити
	А	коростенський			корсунь-новомиргородський		кам'яномогильський
III	Б	метасоматити					метасоматити
	А	кишинський, осницький					південнокальчицький, хлібодарівський
II	Б	метасоматити		метасоматити	ураноносні альбіти		метасоматити
	А	житомирський		ставищанський, уманський	новоукраїнський, кіровоградський		анадольський, салтичанський
I	Б					метасоматити	
	А					токівський, мокромосковський, демуринський	

Примітки: * Стадії ТМА: А – власне тектоно-магматична активізація; Б – тектоно-метасоматична активізація.

Як приклад можна навести ураноносні альбітити Новоукраїнського і кіровоградського комплексів, які явно молодші за вміщуючі їх породи; лізниківські граніти з реперним віком 1760 млн років проти 1770 млн років вміщуючих їх гранітів рапаківі [22]. З коростенським комплексом також генетично пов'язані пержанські граніти з аналогічною реперною датою, які є лише його пізнішим метасоматичним диференціатом [13, 17]. Зі стадією тектоно-метасоматичної активізації слід пов'язувати формування граносієнітів руськопольських Корсунь-Новомиргородського плутону, а також утворення метасоматично змінених (різною мірою калішпатизованих, альбітизованих, грейзенізованих) порід інших гранітоїдних комплексів (у табл. 2 – "метасоматити"). Час становлення інтрузій калієвих гранітів Щербаківського масиву 2815 млн років [21], Токівського і Демуринського масивів – 2700 млн років, а час формування рудної галенітової мінералізації 2770-2650 млн років. У даному випадку вікова відірваність зруденіння відносно "материнських" порід знаходиться в межах інтервалу 50–115 млн років.

Висновки. Таким чином, кожний етап гранітоїдної ТМА УЩ характеризується своєю тектоно-метасоматичною (тектоно-гідротермально-метасоматичною) діяльністю і, відповідно, своєю геохімічною спеціалізацією і металогенією. Це, зокрема, підтверджує правомірність їх виділення, а по-друге, дає підставу віковій межі цих етапів синхронізувати з відповідними геохімічними і металогенічними епохами: неоархейською (I етап), палеопротерозойською (II етап), ранньомезопротерозойською (III етап) і пізньомезопротерозойською (IV етап). Характерно, що віковій межі останньої металогенічної епохи збігаються з часом утворення єдиної Східноєвропейської платформи – 1800-1600 млн років [2].

Характерною ознакою гранітоїдних комплексів докембрійської ТМА УЩ є їх контроль зонами глибинних розломів, які були провідниками так званих трансмагматичних [11] розчинів. Якщо для рідкіснометалевого зруденіння, яке безпосередньо пов'язано з підстадією власне ТМА, припускається надходження ряду елементів як з продуктів корового походження, так і підкорових частин тектоносфери, то джерело рудних компонентів, які визначають промислову цінність родовищ і пов'язані, на

нашу думку, з тектоно-метасоматичною підстадією ТМА, є, переважно, глибинного (підкорового) походження.

1. Белевцев Я.Н., Каляев Г.И., Галецкий Л.С. Эпохи и зоны активизации Украинского щита и связь с ними оруденения // Закономерности размещения полезных ископаемых. – 1975. – № 11. – С.230-235.
2. Билибина Т.В., Титов В.К. Эволюция процессов рудообразования в фундаменте Русской платформы // Докембрий / Отв. ред. А.В.Сидоренко. – М., 1980. – С.67-76.
3. Бочай Л.В., Галецкий Л.С., Колосовская В.А. и др. Металлогения редких металлов Украинского щита // Рідкісні метали України – погляд у майбутнє: Зб. наук. праць ІГН НАН України. – К., 2001. – С.19-20.
4. Волкова Т.П. Эволюция редкометальных комплексов Приазовья и прогноз оруденения // Там само. – С.27-28.
5. Галецкий Л.С., Шевченко Т.П., Черненко Н.Н. Трансрегиональные рудоконцентрирующие мегазоны активизации Украины // Там само. – С. 33-34.
6. Гинтов О.Б. Структуры континентальной земной коры на ранних этапах ее развития. – 1978.
7. Гойжевский А.А., Науменко В.В., Скаржинский В.И. Тектоно-магматическая активизация регионов Украины. – К., 1977.
8. Гранитоидные формации Украинского щита / И.Б.Щербаков, К.Е.Есипчук, В.И.Орса и др. – К., 1984.
9. Гранитоиды Украинского щита: петрохимия, геохимия, рудоносность / К.Е.Есипчук, В.И.Орса, И.Б.Щербаков и др. – К., 1993.
10. Григорьева Л.В. Докембрийская тектоно-магматическая активизация (геология и металлогения). – Л., 1986.
11. Коржинский Д.С. Проблемы петрографии магматических пород, связанные со сквозьмагматическими растворами и гранитизацией // Магматизм и связь с ним полезных ископаемых. – М., 1955.
12. Лобач-Жученко С.Б., Чекулаев В.П., Бойкова В.С. Эпохи и типы гранитообразования в докембрии Балтийского щита. – Л., 1974.
13. Моляко В.Г., Павлов Г.Г., Серга А.Ю. О соотношении гранитоидов северо-западной части Украинского щита по результатам количественного анализа петрогеохимических данных // Вест. Киев. ун-та. Вопр. прикладной геохимии и петрофизики. – 1977. – С.44-54.
14. Науменко В.В. Эндогенное оруденение в эпохи тектоно-магматической активизации Европы. – К., 1981.
15. Носырев И.В. Онтогенез и типоморфизм акцессорных минералов изверженных пород // Вест. Киев. ун-та. Вопр. прикладной геохимии и петрофизики. – 1987. – С.64-72.
16. Пономаренко О.М. Уран-свинцева геохронология раннего докембрия Украинского щита: Автореф. дис. ... д-ра геол. наук. – К., 2003.
17. Петрогеохимия и петрофизика гранитоидов Украинского щита та деякі аспекти їх практичного використання / М.І.Толстой, Ю.Л.Гасанов., Н.В.Костенко та ін. – К., 2003.
18. Таусон Л.В. Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитоидов. – М., 1977.
19. Щеглов А.Д. Основы металлогенического анализа. – М., 1976.
20. Щермет Е.М. Петрогеохимические особенности гранитоидных областей протерозойской тектоно-магматической активизации запада Восточно-Европейской платформы // Вест. Киев. ун-та: Прикл. геохимия и петрофизика. – 1991. – Вып. 17. – С.40-51.
21. Щербак Д.М., Курило М.В., Шевченко В.І. Металогенічні епохи та корисні копалини України. – К., 2002.
22. Щербак Н.П., Пономаренко А.Н. Возрастная последовательность процессов вулканизма и гранитоидного магматизма Украинского щита // Минералог. журн. – 2000. – № 2/3. – С.12-24.