

О.М.Михайліченко

УДК 552.321:553 (477.4)

ДО ПИТАННЯ ПРО ЗВ'ЯЗОК ЕВОЛЮЦІЇ ХІМІЧНОГО СКЛАДУ ДЕЯКИХ ГРАНІТОЇДІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО РАЙОНУ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА З ЇХНЬОЮ ПОТЕНЦІЙНОЮ РУДОНОСНІСТЮ

На основі петрохімічних критеріїв зруденіння проаналізовано потенційну рудоносність інтрузивних гранітоїдів чарнокіт-гранітової стадії гранітоутворення Північно-Західного району УЩ. Продемонстровано зв'язок еволюції хімічного складу гранітоїдних утворень з їхньою потенційною рудоносністю.

The potential ore resources of the granitoids of the charnockite-granite stage of the North-Western region of the Ukrainian Shield are analysed on basis criterions of whole-rock major element geochemistry. The connection of ore formation with geochemical evolution of the granitoids is shown.

Вступ. Відомо, що встановлення характерних закономірностей еволюції магматизму сприяє виявленню не тільки найзагальніших особливостей формування земної кори, але й знаходженню джерел рудної речовини і причин її концентрації [11]. Щодо рудоносності гранітоїдних утворень слід зазначити, що інтрузивно-магматичні (алоктонні) гранітоїди в металогенічному відношенні набагато перспективніші, ніж непереміщені палінгенно-анатектичні,

а просторово та генетично пов'язані з ними різні типи рідкіснометалевого зруденіння звичайно приурочені до постмагматичних процесів метасоматичного перетворення (альбітизація, грейзенізація і т. п.).

Постановка проблеми. Автором було поставлено завдання простежити зміну в часі потенційної рудоносності гранітоїдів у контексті дослідження еволюції хімізму їх на прикладі утворень, що розвинуті в межах Північно-

© О.М.Михайліченко, 2004

Західного району Українського щита та віднесені до букинського (формація інтрузивних чарнокітоїдів), осницького (формація інтрузивних діоритів, гранодіоритів і гранітів) та кишинського (формація сублужних та лейкократових гранітів) комплексів. Вибір саме цих гранітоїдів для дослідження зв'язку потенційної рудоносності гранітоїдів з особливостями зміни їхнього хімічного складу в ході розвитку магматизму не випадковий. Відповідно до уявлень про стадійність короутворюючих процесів у докембрії [4] та поділу гранітоїдів залежно від рівня генерації вихідних магм [5] гранітоїди букинського, осницького та кишинського комплексів приурочені до чарнокіт-гранітової стадії, яка ставиться у відповідність до протогеосинклінального етапу розвитку УЩ [2], та належать до інтрузивно-магматичного типу. Згідно з існуючою стратиграфічною схемою найбільш раннім з досліджуваних комплексів є букинський, молодшим – осницький, а найпізнішим за часом становлення – кишинський. Таким чином, процеси гранітоутворення, що призвели до послідовного формування зазначених комплексів різної формаційної належності, але одного і того ж петрогенетичного типу, віддзеркалюють певний етап розвитку даної ділянки УЩ. Явище еволюції зазначених гранітоїдних формацій, що послідовно виникають: букинський комплекс → осницький комплекс → кишинський комплекс за схемою типізації еволюції магматичних утворень І.І.Абрамовича відповідає "еволюції, що виявляється в послідовній зміні формаційних типів у межах єдиного регіону (тектоно-магматичного циклу)" [1].

Виклад. З метою характеристики речовинного складу наведених гранітоїдних комплексів були відібрані наступні петротипи, що відповідають провідним монопородним різновидам, тобто мають переважне поширення в складі комплексів. Букинський комплекс охарактеризовано нами букинським та тригурським кварцовими монцодіоритами, петротипами осницького комплексу взято амфібол-біотитові гранодіорити та граніти, а для характеристики кишинського комплексу відібрано три петротипові різновиди – мухарівський лейкократовий граніт та сублужні кишинський та устинівський граніти [13]. Попередніми дослідженнями із застосуванням методу багатовимірної статистичної фільтрації [8] автором у межах еволюційної послідовності: букинський комплекс → осницький комплекс → кишинський комплекс встановлено наступний ряд, що відображає спрямовану зміну хімічного складу різновікових гранітоїдних утворень: букинський кварцовий монцодіорит → тригурський кварцовий монцодіорит → осницький гранодіорит → осницький граніт → мухарівський граніт → устинівський граніт → кишинський граніт. Слід зазначити, що дана послідовність практично повністю узгоджується з результатами ізотопного датування та геологічними спостереженнями щодо послідовності формування цих утворень. Виняток становлять тільки устинівські граніти, для яких отримано датування (1750 млн років) набагато молодше, ніж для гранітів Кишинського масиву (1850 млн років) [12], що у свій час поряд з просто-рвово близьким положенням зумовило віднесення цих гранітів до пержанського комплексу. Цілком імовірно, що таке "омолодження віку" устинівських гранітів пов'язано з тектоно-магматичною активізацією та метасоматичними процесами, що привели до формування гранітів пержанського комплексу.

Процес петрохімічної еволюції комплексів, що послідовно утворюються, носить гомодромний характер та знаходить своє відображення, головним чином, у закономірній зміні вмісту породоутворюючих оксидів. При переході від початкових до кінцевих складових еволюційної послідовності відбувається чітке спрямоване зби-

льшення вмісту SiO_2 , зменшення вмісту FeO , MgO , CaO , менш витримане зменшення TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO та підвищення K_2O і невизначена зміна Na_2O . Характер закономірної зміни хімізму простежується також і на прикладі обчислених петрохімічних коефіцієнтів та індексів. Так, від букинських кварцових монцодіоритів до кишинських гранітів відбувається спрямоване збільшення коефіцієнта глиноземистості $\text{Al}_2\text{O}_3/(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO})$, фельзичного $100(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ та мафічного $100(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)/(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MgO})$ індексів, за В.С.Сімпсоном, коефіцієнта лужності, за У.Райтом $(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$, коефіцієнта окисності заліза $100\text{Fe}_2\text{O}_3/(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO})$ та зменшення індексу затвердіння Х.Куно $100\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$, коефіцієнта залізистості, за Уейджером $100(\text{Fe}^{2+}+\text{Fe}^{3+})/(\text{Na}+\text{K}+\text{Fe}^{2+}+\text{Fe}^{3+}+\text{Mg})$, та інших петрохімічних параметрів. Деяка закономірність спостерігається і при розгляді величин дисперсій (стандартних відхилень) петрогенних оксидів. Як видно з рисунка, від початкових членів еволюційного ряду до кінцевих відбувається зменшення дисперсій MgO , CaO та FeO на фоні незакономірної зміни варіацій вмісту інших компонентів.

Дана особливість підвищення стабільності складу гранітоїдів у ході розвитку магматизму ймовірно пов'язана з наближенням складу все більш пізніх гранітоїдів до евтектичного. Подібна тенденція зменшення варіацій складу мала б відображатись і на прикладі інших оксидів, але проявлені метасоматичні перетворення (калішпатизація та альбітизація), що найінтенсивніше впливають на зміну вмісту K_2O , Na_2O та SiO_2 , призводять до збільшення дисперсій цих компонентів.

Таким чином, поведінка зазначених вище петрохімічних параметрів у ході еволюції гранітоїдного магматизму свідчить, що вихідні магми різновікових гранітоїдів носили все більш і більш диференційований характер. Критеріями для оцінки потенційного зруденіння в контексті еволюційних досліджень автором було використано розрахунок запропонованих Б.Н.Пермяковим [9] наступних петрохімічних модулів, що базуються на співвідношеннях атомних кількостей петрогенних елементів: кремнекислотність $q = [\text{Si}/(\text{Na}+\text{K}+\text{Ca}+\text{Mg}+\sum\text{Fe})]$; вапняковість $c = \text{Ca}/(\text{Ca}+\text{Na}+\text{K})$; лужність $\alpha = (\text{Na}+\text{K}) : \text{Al}$; залізистість $f = \sum\text{Fe}/(\sum\text{Fe}+\text{Mg})$; тип лужності $n = \text{Na} : (\text{Na}+\text{K})$.

Оцінка рудоносності здійснюється шляхом нанесення фігуративних точок об'єктів на діаграми в координатах цих параметрів, на яких виділено емпіричні поля рудоносних гранітоїдних асоціацій, або шляхом зіставлення обчислених модулів з наведеними граничними величинами. Результати проведеного, таким чином, аналізу потенційної рудоносності досліджуваних гранітоїдів продемонстровано в таблиці. Простежується чітка тенденція зміни типу зруденіння в ході розвитку гранітоїдного магматизму: від золото-поліметалевої, золото-молібденової та поліметалевої мінералізації, що притаманна для початкових членів еволюційного ряду, до комплексної олов'яної, лужно-рідкометалевої, вольфрам-ніобієвої та флюоритової мінералізації на заключних етапах формування гранітоїдів. При цьому еволюція складу різновікових гранітоїдів відображається в спрямованому збільшенні значень модулів q , α та f та зменшенні значень c та n .

Дані щодо належності відібраних петротипів до певних металогенічних груп також підтверджуються виконанням розбраковуванням гранітоїдів з виділенням з них рудоносних за допомогою бінарної петрохімічної діаграми З.Г.Караєвої [6] в координатах $A = (\text{Na}+\text{K})-\text{Ca}$ та $B = (\text{Na}+\text{Ca})/\text{K}$, де параметр A характеризує лужність порід, а параметр B визначає їх рудоносність. Точки складів, що відповідають осницьким гранодіоритам, потрапляють у поле

значень, характерних для гранодіоритів та адамелітів, з якими пов'язані родовища Pb, Zn, Mo та W ($A = 110-165$, $B > 0,7$), склади мухарівських, устинівських та кишинських гранітів локалізуються в області біотитових та лейкократових гранітів з W, Mo, Be та Sn ($A > 190$, $B > 0,85$), і тільки

деякі проби найбільш метасоматично змінених мухарівських, устинівських та кишинських (жубровицьких) гранітів, характеризуються найвищими значеннями параметрів A та B ($A > 220$, $B > 1,1$), що притаманні ніобій-танталоносним апогранітам.

Таблиця. Потенційна рудоносність провідних петротипів букинського, осницького та кишинського комплексів за петрохімічними модулями Б.Н.Пермякова

Рудоносні групи	Петротипи						
	1	2	3	4	5	6	7
I – асоціації із золото-поліметалевою та поліметалевою мінералізацією	+	+					
II – асоціації із золото-молібденовою (та поліметалевою) мінералізацією			+				
III,а – асоціації з молібденовою (та золото-молібденовою) мінералізацією				+			+
III,б – асоціації із власно молібденовою мінералізацією				+			
IV – асоціації з молібден-вольфрамовою мінералізацією						+	
V – асоціації з вольфрамовою та флюоритовою мінералізацією					+	+	+
VI – асоціації з комплексною олов'яною, олово-вольфрамовою та лужно-рідкіснометалевою мінералізацією					⊕	+	⊕
VII – асоціації з ніобій-фтористою, вольфрам-ніобієвою та флюоритовою мінералізацією					+	+	⊕

Номери петротипів: 1 – букинський кварцовий монцодіорит, 2 – тригурський кварцовий монцодіорит, 3 – осницький гранодіорит, 4 – осницький граніт, 5 – мухарівський граніт, 6 – устинівський граніт, 7 – кишинський граніт; + – належність петротипу до рудоносної групи; ⊕ – належність до найбільш характерної рудоносної групи.

Отримані за петрохімічними критеріями результати потенційної рудоносності гранітоїдів букинського, осницького та кишинського комплексів, досить добре узгоджуються з даними, відносно відомих рудоносних об'єктів, що приурочені до цих комплексів. Так, серед площ поширення гранітоїдів осницького комплексу відомо 6 рудопроявів (Віровське, Ясногірське, Рокитнянське та ін.) та 20 точок мінералізації молібдену [3, 10]. У межах Устинівського масиву також виявлено низку перспективних рудопроявів молібдену: Вербинський, Урочище Високе та ін. (молібденова грейзенова формація), де поруч з основним рудним мінералом – молібденітом, присутні галеніт, сфалерит, пірит, мінерали срібла й вісмуту, рідше халькопірит, каситерит та літєві слюди [7]. Із зонами постмагматичної зміни мухарівських гранітів пов'язані підвищені концентрації берилію, літію, олова, ніобію, цирконію; гранітів Кишинського масиву (Жубровицька ділянка) – берилію, ніобію та лантанодів.

На металогенічній спеціалізації гранітоїдів букинського комплексу слід зупинитися детальніше. Як видно з таблиці, шляхом застосування петрохімічних критеріїв отримано належність букинського та тригурського кварцових монцодіоритів до асоціації із золото-поліметалевою та поліметалевою мінералізацією. У роботі [10] автори відмічають, що в гранітоїдах букинського комплексу встановлено невеликі рудопрояви молібденіту, галеніту, халькопіриту та інших сульфідів, але відносно золоторудної мінералізації ніяких даних не наведено. Проте цікавим та важливим моментом є те, що при розгляді металогенічної позиції близького у формаційному та віковому відношенні новоукраїнського комплексу (Інгуло-Інгулецький мегаблок) знаходимо відомості, що до постмагматичної гідротермально-пневматолітової стадії кислого магматизму цього комплексу приурочені рудопрояви золота та свинцю, що локалізуються у вм'ячуючих гнейсах та мігматитах. Тому, на думку автора, не виключено, що подібні концентрації рудних компонентів можуть бути пов'язані і з гранітоїдами Букинського масиву. До того ж петроподібний склад букинського комплексу має дуже багато спільного з еталонною рудоносною акутуй-шахтамінською габро-монцоніт-граносієніт-гранодіоритовою асоціацією Забайкалля, відносно якої й були отримані Б.Н.Пермяковим граничні вели-

чини петрохімічних модулів для групи гранітоїдів із золото-поліметалевою мінералізацією (металоносні гранітоїди акутуй-шахтамінської габро-монцоніт-граносієніт-гранодіоритової асоціації Забайкалля представлені кварцовими діоритами, кварцовими монцодіоритами, кварцовими сієніто-діоритами та кварцовими сієніт-порфірами). Підкреслюється, що для золото-поліметалевих магматичних асоціацій важливим фактором є наявність базитової породної групи (габроїдів) та помірно кислих гранітоїдів [9].

Висновки. Враховуючи те, що певне зруденіння асоціюється з певним петрохімічним типом, еволюція хімізму досліджуваних гранітоїдів обумовлює еволюцію типів зруденіння, які пов'язані з цими гранітоїдами, що, таким чином, відображає спільні тенденції диференціації речовини земної кори.

1. Абрамович И.И., Груза В.В. Фаціально-формационный анализ магматических комплексов. Петрохимические исследования. – Л., 1972.
2. Гранитоидные формации Украинского щита / И.Б.Щербаков, К.Е.Есипчук, В.И.Орса и др. – К., 1984.
3. Гранитоиды Украинского щита. Петрохимия, геохимия, рудоносность: Справочник / К.Е.Есипчук, В.И.Орса, И.Б.Щербаков и др. – К., 1993.
4. Есипчук К.Е. Петролого-геохимические основы формационного анализа гранитоидов докембрия. – К., 1988.
5. Есипчук К. Гранитоиды Украинского щита (формаційне та вікове розчленування) // Актуальні проблеми геології України: 36. матеріалів. – К., 1998. – С.13-14.
6. Караева З.Г. Петрохимические особенности рудоносных гранитоидов // Докл. АН СССР. – 1968. – Т. 179. – № 6. – С.1436-1439.
7. Комплексна металогенічна карта України. Масштаб 1:500 000. Пояснювальна записка. – К., 2002.
8. Михайличенко О.М., Жуков М.Н. Комп'ютерне моделювання петрохімічної еволюції гранітоїдів засобами інформаційної системи "Фільтр" (на прикладі Північно-Західного району Українського щита) // Вісн. Київ ун-ту. Геологія. – 2002. – Вип. 21-22. – С.139-140.
9. Пермяков Б.Н. Петрохимические критерии потенциальной рудоносности гранитоидных ассоциаций Забайкалья // Изв. АН СССР. Сер. Геология. – 1983. – № 8. – С.82-91.
10. Петрология, геохимия и рудоносность интрузивных гранитоидов Украинского щита / Е.М.Есипчук, Е.М.Шеремет, О.В.Зинченко и др. – К., 1990.
11. Рудник В.А., Беляев Г.М., Богданова М.В. и др. Направленность петрохимической эволюции магматизма: Тр. ВСЕГЕИ. – 1975. – Т. 241. – С.19-43.
12. Скобелев В.М. Петрохимия и геохронология докембрийских пород Северо-Западного района Украинского щита: Автореф. дис. ... канд. геол.-минералог. наук. – К., 1984.
13. Толстой М., Гасанов Ю., Гожик А., Соловьев И. Провідні петротипи гранітоїдів Українського щита, їх розповсюдження та геодинамічні умови формування: 36. наук. праць. – К., 1995. – № 1. – С.65-79.