

ПЕТРОГРАФІЯ, ГЕОХІМІЯ ГРАНІТОЇДІВ БРНЕНСЬКОГО МАСИВУ (ЧЕХІЯ) ТА ЇХ ЗІСТАВЛЕННЯ З ПОРОДНИМИ АНАЛОГАМИ НА УКРАЇНСЬКОМУ ЩИТІ

© Н.В. Костенко, 2011

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

Given in the article is a detailed petrographic description of the Brno pluton leading petrotypes (the Czech Republic) and their geochemical specialization. Two complexes of the granitoid rocks were singled out by the results of cluster-analysis of chemical and trace elements composition. They lay emphasis on the block character of Brno structure. Metallogenic perspective petrotypes and petrochemical rock analogues of the Ukrainian Shield were determined

Keywords: granitoids, the Brno massif, petrography, geochemistry, comparison.

Постановка проблеми. У 1980-х роках відповідно до плану науково-технічного співробітництва між геологічними факультетами Київського національного університету імені Тараса Шевченка і Брненського університету були проведені спільні дослідження з комплексного вивчення гранітоїдів Брненського масиву (БМ). Координували ці роботи з чеської сторони проф. J. Štelcl, з української – проф. М. Толстой. Результати досліджень були опубліковані у низці наукових статей [6, 9]. Утім деякі питання, що стосувалися, зокрема, петрографії і геохімії виділених чеськими геологами петрографічних типів гранітоїдних порід БМ [13] були висвітлені не в повному обсязі або зовсім не розглянуті. Звісно, це спонукало автора цієї статті після деякої перерви повернутися до більш поглибленого розгляду означеної тематики. Тим більше, що збереглися необхідні аналітичні дані для її написання, які з часом можуть бути втрачені.

Аналіз останніх досліджень. Згідно з останніми даними [11], виділені в межах БМ J. Štelcl і співавт., [13] породні зони переведені у ранг відповідних комплексів: східний і західний гранітоїдні та офіолітовий. Зменшено також кількість петрографічних типів, що репрезентують ці комплекси. Раніше на території масиву було визначено 11 типів гранітоїдних порід (рис. 1): три – у східній зоні (гранодіорити Доубравіце, Бланско, Кралово Поле), вісім – у західній (Веверська Бігішка, Коунице, Тетчице, Глина, Рена, Крумловський Ліс, Ведровіце, Ольбрамовіце), але з часом [12] у останньому виділено вже сім типів. На сьогодні авторами роботи [11] у західній частині БМ ідентифіковано всього три генетично різні набори гранітоїдних порід – Тетчице (S-тип), Рена (I-тип) і Глина (A-тип). У свою чергу, в складі перших двох розрізняють ще по два типи

гранітоїдів, останнього – один, що у сукупності для західного комплексу становить п'ять.

У своєму дослідженні ми використали типізацію порід, запропоновану J. Štelcl і співавт. [13], що є доцільним, оскільки кожен із виділених цими авторами петрографічних типів гранітоїдів спільними зусиллями дослідників двох країн ретельно обстежений на місцевості мінімум одним, максимум трьома (в середньому двома) профілями з відбором проб на різні види лабораторних досліджень, що дало змогу докорінно підвищити якість проведених робіт.

Основна мета роботи: петрографічна характеристика провідних петротипів гранітоїдів БМ та їх спеціалізації; геохімічна типізація порід та їх кореляція з гранодіоритами Українського щита (УЩ).

Викладення основного матеріалу. Згідно з даними чеських дослідників [13], БМ є частиною догерцинської Брунії, яка являє собою консолідовану ділянку земної кори в межах Моравського блока, що знаходиться в зоні контакту південно-східної окраїни Чеського мегаблока та Альпійсько-Карпатського орогену. Його західною межею є Босковицька борозна.

Для вивчення особливостей розподілу мікроелементів у гранітоїдах БМ використана оригінальна аналітична інформація щодо вмісту 31 хімічного елемента, з них: сидерофільні – Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni; халькофільні – Cu, Pb, Zn, Ag, Ga, Ge, Sn, Mo, W; літофільні – Nb, Zr, Sc, La, Ce, Y, Th, U, K, Na, Li, Rb, Sr, Ba, Be, P. Їхні кларки концентрації (КК) в окремих видах гранітоїдних порід обчислено за порівнянням з таблицею глобальних кларків відповідних порід О. Виноградова [2] і лише для скандію – з урахуванням даних О. Беуса та ін. [1].

Геохімічну типізацію петротипів (визначення терміна див. у [8]) проводили на основі дослі-



Рис. 1. Схематична геологічна карта Брненського масиву [13]. Петрографічні типи гранітоїдів (1–11): 1 – Доубравіце, 2 – Бланско, 3 – Кралово Поле, 4 – Тетчице, 5 – Коуніце, 6 – Веверська Бітішка, 7 – Глина, 8 – Рена, 9 – Крумловський Ліс, 10 – Ведровіце, 11 – Ольбрамовіце; 12 – мігматити, амфіболіти, гнейси, кварцити, діорити; 13 – метадіоритова субзона; 14 – метадіабазова субзона; 15 – середньоморавський палеозой; 16 – пермокарбон Босковицької борозни; 17 – неоген Карпатського прогину; 18 – розривні порушення

джен еволюційних змін середнього вмісту відповідних асоціативних груп хімічних елементів через відповідні значення індикаторних відношень їх середніх кларків концентрацій. Найменування геохімічного типу провідних петротипів гранітоїдів визначали за назвою тих асоціативних груп елементів, величини усереднених КК яких були більші за кларкові. Якщо КК цих асоціацій елементів у петротипах дорівнювали або були менші за кларковий рівень, приналежність їх до відповідних геохімічних типів вважали умовною і враховували при цьому значення КК тих двох асоціативних груп елементів, величини яких були найбільші. Для лаконічної характеристики ступеня спеціалізації порід використані такі умовні значення КК хімічних елементів: $1 < \text{КК} < 1,5$ – геохімічна спеціалізація умовна; $1,5 \leq \text{КК} < 3,0$ – ймовірна; $3,0 \leq \text{КК} < 9,0$ – явна. Назви петрографічних видів гранітоїдних порід Брненського масиву наведені відповідно до рекомендацій [4].

Гранодіорити Доубравіце – сірі з блідо-зеленим відтінком середньо-дрібнозернисті масивні породи (розмір мінеральних зерен 0,5–2 мм).

Структура гіпідіоморфнозерниста з елементами катакластичної. Мінеральний склад, %: плагіоклаз (№ 17–30) 50; кварц 27,6; калішпат 10,3; біотит 3. Акцесорні мінерали (3 %): апатит, циркон, сфен, рудний (магнетит). Вторинні мінерали (6,1 %): хлорит по біотиту (4 %), пініт, хлорит розеткоподібний (одиночні гнізда), карбонат, серицит, епідот, гідроксида заліза. Породи інтенсивно змінені вторинними процесами.

Гранодіорити Доубравіце умовно спеціалізовані на титан, кобальт і ймовірно – на срібло, стронцій. Якщо для перших двох хімічних елементів і останнього з них з визначенням їх мінералів-носіїв проблем немає (за петроскладом порід, це, відповідно, біотит і польові шпати), то для срібла це зробити за наявних даних неможливо. Середній вміст усіх інших досліджених елементів-домішок у цьому петротипі не досягає навіть кларкових значень.

Гранодіорити Бланско – рожеві, інколи блідо-рожеві дрібно-середньозернисті масивні породи. Структура гіпідіоморфнозерниста. Катаклаз проявлений нерівномірно: на окремих ділянках відсутній, на інших – у вигляді окремих тріщинок, залікованих вторинними продуктами, а на деяких інтенсивніше – до часткового дроблення кварцу, польових шпатів з подальшим залікуванням тріщинок епідот-цоїзитовим агрегатом, бластезом дрібного кварцу тощо. Мінеральний склад, %: плагіоклаз (№ 20–25) 57,7; кварц 19; калішпат 11; біотит 2,3; амфібол 2,2. Акцесорні мінерали (3,7 %): рудний (магнетит, титаноманетит) – 1 %, апатит – 1, сфен (списоподібні зерна, а також дрібні неправильні виділення) – 1 %, циркон (одиночні зерна – од. з.), гематит (од. з.). Вторинні мінерали (4,1 %): хлорит по біотиту, епідот, серицит і пеліт по плагіоклазу, пеліт по калішпату, незначний розвиток карбонату, хлорит черв'якоподібний у гніздах з рудним мінералом.

Геохімічно гранодіорити Бланско порівняно з попереднім петротипом розрізняються вищим середнім вмістом усіх без винятку сидерофільних і халькофільних елементів, а також ряду літофільних – Sc, Th, U, Li, P, Na, і нижчими – Nb, Zr, Y, Rb, Ba, Be. Це супроводжується відповідним зменшенням їх кремнекислотності і калієвості. Особливо різко (вдвічі-втричі) зростають у породах концентрації ванадію і срібла, досягаючи при цьому рівня значень імовірної та явної спеціалізації відповідно. Крім того, гранодіорити Бланско умовно спеціалізовані на Ti, Ni, Mo і ймовірно – на Sr. На кларковому рівні в них зафіксований середній вміст Mn, Zn, Sc.

Гранодіорити Кралово Поле – рожево-сірі дрібно-середньозернисті масивні породи. Структура гіпідіоморфнозерниста. Мінеральний склад, %: плагіоклаз (№ 20–28) 55,4; кварц 23; калішпат 9,8;

біотит 6,3. Акцесорні мінерали (2,9 %): апатит (дрібні стовпчасті зеленуваті кристали), сфен (спісоподібні і неправильні зерна), циркон, монацит; рудні (0,5–1,5 %) – магнетит, титаномагнетит. Вторинні мінерали (2,6 %): хлорит по біотиту, серицит по плагіоклазу; карбонат часто по тріщинках з хлоритом, а також облямовує окремі зерна рудного; хлорит розеткоподібний (гнізда в інтерстиціях).

На відміну від двох попередніх петротипів, гранодіорити Кралово Поле характеризуються дуже низьким ступенем спеціалізації на окремі мікроелементи. Лише вміст Ti і Sr дещо вищий за кларковий (КК = 1,2), а Co і Sc – на рівні їх глобальних значень. Відрізняються гранодіорити Кралово Поле від більшості петротипів БМ також пониженим вмістом Ag – основного типоморфного елемента їх геохімічної спеціалізації. Характерно, що від гранодіоритів Доубравце через гранодіорити Бланско і до порід Кралово Поля закономірно зростає вміст Pb, Sn, Th, Li, Be і зменшується – Y, Ba, K, що супроводжується відповідним зменшенням кремнекислотності та одночасним підвищенням кальцієвості порід по латералі з півночі на південь, що збігається з простяганням масиву.

Гранодіорити Веверська Бітішка – рожево-сірі, дрібно-середньозернисті масивні породи. Структура гіпідіоморфнозерниста, порфіробластова, на окремих ділянках катакlastична з елементами бластезу. Мінеральний склад, %: плагіоклаз (олігоклаз) 45,7; кварц 25; калішпат 21; біотит 3,8. Акцесорні мінерали (0,5 %): апатит (од. з.), сфен (у виділеннях з хлоритом), циртоліт (од. з.), рудний (гематит?) – рідкісні зерна (р. з.). Вторинні мінерали (4 %): хлорит по біотиту, серицит по плагіоклазу, карбонат (часто у тонких прожилках, міжзернових зонках), епідот, мусковіт. Катакlast проявлений у вигляді деформації і частковому подрібненні зерен кварцу і польових шпатів. У таких катакlastованих міжзернових ділянках розвивається суміш епідот-цоїзитового матеріалу з мусковітом, карбонатом, хлоритом, серицитом у різних кількісних співвідношеннях.

Гранодіорити Веверська Бітішка характеризуються ймовірною спеціалізацією на Ag і Sr. Середній вміст у них Co і Zr зафіксований на кларковому рівні. Всі інші мікроелементи є для цих порід дефіцитними.

Монограніти (далі *граніти*) *Коунице* – червоно-сірі дрібно-середньозернисті масивні породи. Структура гіпідіоморфнозерниста, на окремих ділянках катакlastична (катакlast тріщинний, частково з елементами бластезу). Мінеральний склад, %: плагіоклаз (№ 20–25) 41,2; кварц 25; калішпат 24,6; біотит 7,6. Акцесорні мінерали (0,6 %): апатит, циркон, ортит, сфен, рудний (гематит). Вторинні мінерали (1 %): хлорит по біо-

титу з виділеннями сфену, епідоту; пеліт і серицит по плагіоклазу, хлорит розеткоподібний та гідроксиди заліза на катакlastованих ділянках у вигляді гнізд і тонких прожилків.

Геохімічною специфікою гранітів Коунице є їх збіднення на всі сидерофільні елементи та більшість халькофільних і літофільних, за винятком Ag, на яке ці породи явно спеціалізовані, а також Zr, Sr, K – умовно. Крім того, на відміну від вищенаведених петротипів, середній вміст калію в цих породах вищий, ніж натрію.

Гранодіорити Тетчице – світло-сірі, іноді темно-сірі дрібно-середньозернисті масивні породи. Структура гіпідіоморфнозерниста, нечітка порфіробластова, елементи катакlastичної (тріщинний катакlast, а також деформація та часткове розлізання кварцу на окремих ділянках). Мінеральний склад, %: плагіоклаз (№ 26) 41; кварц 24,2; калішпат 22; біотит 6,8. Акцесорні мінерали (2,2 %): апатит, циркон, рудний. Вторинні мінерали (3,8 %): хлорит по біотиту, серицит, пеліт, карбонат по плагіоклазу, іноді епідот-цоїзитовий агрегат по плагіоклазу, гідроксиди заліза по тріщинках.

Гранодіорити Тетчице явно спеціалізовані на Ag. Серед інших петротипів БМ за ступенем накопичення цього елемента вони дещо поступаються лише гранодіоритам Бланско. Крім вмісту Ag значень надкларкового рівня досягає лише середній вміст Na (КК = 1,1), а кларкового – Zr. Всі інші елементи-домішки є для гранодіоритів Тетчице дефіцитними. Причому збіднення на Sr є їхньою геохімічною ознакою, чим вони власне відрізняються від охарактеризованих вище петротипів.

Монограніти (далі *граніти*) *Глина* – рожево-жовтуваті середньозернисті масивні породи. Структура гіпідіоморфнозерниста. Мінеральний склад, %: плагіоклаз (№ 18–20) 33,7; кварц 26,6; калішпат 34; біотит 3,9. Акцесорні мінерали трапляються в одиничних зернах (0,5 %): апатит, циркон, сфен, рудний (гематит). Вторинні мінерали (1,3 %): хлорит по біотиту, серицит по плагіоклазу, гідроксиди заліза по тріщинках.

У максимальних кількостях у гранітах Глина відзначаються Th (КК = 1,4) і Mo (КК = 3,4), які для цих порід є типоморфними елементами спеціалізації. Крім них надкларковий вміст у породах визначений для Ag – у діапазоні значень ймовірної спеціалізації, Zr – умовної. На відміну від інших петротипів БМ, лише в гранітах Глина середній вміст Nb досягає кларкового рівня. Всі інші хімічні елементи з досліджених є для цих порід дефіцитними.

Гранодіорити Рена – світло-сірі середньозернисті масивні породи. Структура гіпідіоморфнозерниста. Мінеральний склад, %: плагіоклаз (№ 20–25) 40,2; кварц 27,1; калішпат 20; біотит 6.

Акцесорні мінерали (0,9 %): апатит, циркон, цирколит, сфен (виділення у хлориті по біотиту), рудний. Вторинні мінерали (5,8 %): хлорит по біотиту, епідот, окремі луски мусковіту, пеліт, серицит, цоїзит по плагіоклазу.

Геохімічною специфікою гранодіоритів Рена є їх виняткове збіднення на сидерофільно-халькофільні елементи, а також на більшість літофільних, крім радіоактивних елементів і петрогенного калію. Якщо на К та U породи спеціалізовані в діапазоні значень ступеня умовної спеціалізації, то на Th – вже ймовірного. Ще однією геохімічною особливістю гранодіоритів Рена з-поміж інших петротипів БМ є понижений відносно кларку середній вміст Ag.

Гранодіорити Крумловський Ліс – світло-сірі, злегка рожеваті дрібнозернисті масивні породи. Структура гіпідоморфнозерниста, на окремих ділянках нечітка порфіробластова (через ріст зерен калішпату), наявні елементи катакластичної. Мінеральний склад, %: плагіоклаз (№ 15–20) 41,3; кварц 34,2; калішпат 18,6; біотит 2,8. Акцесорні мінерали (р. з.): апатит, рудний, рутил(?) (од. з.). Вторинні мінерали (1,8 %): хлорит по біотиту, хлорит гідротермальний, мусковіт, серицит по плагіоклазу.

В гранодіоритах Крумловський Ліс високий вміст на рівні значень ймовірної та умовної спеціалізації відповідно зафіксований лише для Ag і Sr. Вміст усіх інших хімічних елементів, за винятком петрогенних, не досягає навіть кларкових значень.

Гранодіорити Ведровіце – світло-сірі середньозернисті масивні породи. Структура гіпідоморфнозерниста. Мінеральний склад, %: плагіоклаз (№ 25) 41; кварц 33; калішпат 19; біотит 4,1. Акцесорні мінерали (0,9 %): апатит, циркон, сфен (виділення у хлориті), рудний. Вторинні мінерали (2 %): серицит по плагіоклазу, хлорит по біотиту, мусковіт, епідот.

Гранодіорит Ведровіце єдиний з петротипів БМ, у якому середній вміст Sn (КК = 1,3) є вищим за кларковий, а концентрації Li досягають своїх максимальних кларкових значень. Крім того, ці породи характеризуються ймовірною спеціалізацією на Ag.

Гранодіорити Ольбравовіце – голубувато-сірі середньозернисті масивні породи з великими порфіробластовими виділеннями (5–10 мм) калішпату. Структура гіпідоморфнозерниста, на окремих ділянках порфіробластова. Мінеральний склад, %: плагіоклаз (№ 17–20) 43,5; кварц 32; калішпат 16,8; біотит 3,8. Акцесорні мінерали (0,5 %): циркон, апатит, сфен (виділення у біотиті). Вторинні мінерали (3,5 %): епідот-цоїзитовий агрегат, серицит по плагіоклазу, хлорит по біотиту, епідот, мусковіт (дрібна луска по ослаблених міжзернових зонках, плагіоклазу).

У гранодіоритах Ольбравовіце не виявлено жодного з досліджених хімічних елементів, вміст якого перевищував би їх глобальні значення. Кларковий рівень накопичення зафіксований лише для Sn, Zr, Sr.

Як правило, під час проведення розчленування і кореляції гранітоїдних порід основну інформацію отримують з аналізу особливостей розподілу рідкісних і рудних елементів в окремих породах масиву чи плутону. Достовірність таких досліджень лише зростає, коли до цього залучають також дані їх хімічного складу. Для вирішення поставленого завдання з класифікації гранітоїдних порід БМ були використані аналітичні дані стосовно вмісту 22 хімічних елементів і 11 оксидів щодо кожного з 11 виділених чеськими геологами петрографічних типів порід, які вибрані нами як провідні петротипи.

Для виявлення серед гранітоїдів БМ однорідних груп петротипів з метою подальшої їх систематизації був проведений кластер-аналіз. Кластеризація хіміко-геохімічних даних за 11 петротипами дала змогу розділити їх в межах додатних значень коефіцієнта кореляції на 3 групи (рис. 2). До складу першої з них увійшли провідні петротипи гранодіоритів східної зони гранітоїдних порід, а також гранодіорити Веверська Бітшкіа і Тетчице західної зони. Ще одну групу утворили граніти Коунице та Глина. І, насамкінець, у третю групу виділено петротипи гранодіоритів Рена, Крумловський Ліс, Ведровіце, Ольбравовіце. Характерно, що граніти Коунице і Глина утворюють невеликі за розміром гранітоїдні тіла або жили в полі розвитку гранодіоритів Тетчице. Хоча просторово вони зближені, але за генезисом швидше за все різні: граніти є інтрузивно-магматичними утвореннями, а гранодіорити – ультраметаморфічними. Це означає, що у межах одного комплексу можуть одночасно виявлятися гранітоїдні породи суміжних стадій їх формування, але тільки у разі незначного часового розриву між ними. Це зумовлено різною повнотою переходу твердого вихідного матеріалу у розплавлений стан, тобто різним ступенем гомогенізації магматичних розплавів.

Інтрузивними породами чеські геологи вважають також гранодіорити Рени, які поширені на південь від тектонічного розлому Іванча. Зауважимо, що цей розлом відіграє визначальну роль у будові не лише БМ, а й суміжних з ним блоках. З одного боку, розлом Іванча розділяє між собою гранітоїди північної і південної частин масиву, а з іншого – не виключено, що він є тектонічним швом, що розмежовує різноорієнтовані структури Західних Карпат і Альп. Іншими словами, протягом тривалого періоду розвитку цієї ділянки Землі він не раз міг підновлюватися.

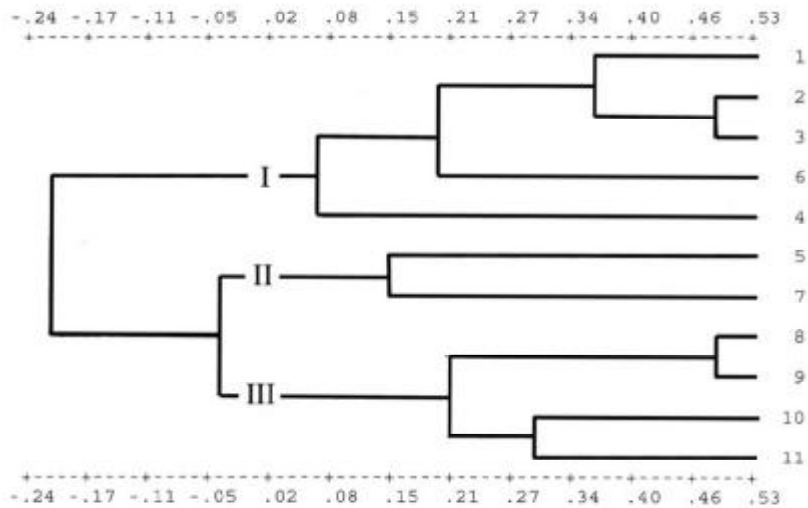


Рис. 2. Дендрограма кореляційних зв'язків провідних петротипів гранітоїдів Бренського масиву Чеського мегаблока за їх хіміко-геохімічним складом. Назви петротипів за їхніми номерами див. на рис. 1. Римські цифри – породні групи петротипів з додатними значеннями коефіцієнтів кореляції

Для нас важливо, що розлом Іванча розділив гранітоїди БМ на дві великі породні групи. До складу першої з них увійшли петротипи Доубравіце, Бланско, Кралово Поле, Веверська Бітішка, Тетчице, Коуніце, Глина; до другої – Рена, Крумловський Ліс, Ведровіце, Ольбрамовіце. Власне, ці породи є типовим породним наповненням двох просторово роз'єднаних гранітоїдних комплексів, що поширені, відповідно, в межах північної і південної частин масиву. Характерно, що так звана метабазитова зона на ерозійній поверхні проявлена тільки у північній частині БМ. Згідно з проведеною нами геохімічною типізацією гранітоїдів, виявилось, що більшість провідних петротипів південного гранітоїдного комплексу належать до літофільно-халькофільного, а петротип Рена – навіть до халькофільно-літофільного типу. До літофільно-халькофільного геохімічного типу належать також граніти Коуніце з північної частини масиву. Однак це інтрузивні за походженням породи, тоді як вмисні для них гранодіорити (як і інтрузивні за походженням граніти Глина) належать до халькофільного типу. Є також у складі північного гранітоїдного комплексу петротипи халькофільно-сидерофільного та сидерофільно-халькофільного профілів спеціалізації, але всі разом вони геохімічно є менш диференційованими відносно порід південної частини масиву. Припускають, що різний ступінь геохімічної диференціації гранітоїдів, що репрезентують південний і північний комплекси БМ, може бути зумовлений певною послідовністю їх становлення, а саме: перші молодші за останні. Оскільки, згідно з нашими дослідженнями, немає суттєвих розбіжностей між речовинним складом гранітоїдів західної і східної зон на території північної частини масиву, ми припускаємо існування єдиного генетичного дже-

рела їх формування. Якщо це так, то петротипи, які можна вважати породними похідними одного комплексу, можуть бути ранішими утвореннями стосовно метабазитової зони, яка їх розмежує. Це, звісно, суперечить останнім геохронологічним дослідженням [10]. У зв'язку з тим що реперне датування як по гранітоїдах східної і західної зон, так і по породах метабазитової зони практично відсутнє, отримані висновки мають право на існування. За результатами петрографічних досліджень, провідні петротипи гранітоїдів БМ настільки змінені пізнішими процесами, що отримати об'єктивну геохронологічну інформацію можливо лише за умови використання надійних ізотопних методів їх дослідження, як, наприклад, уран-свинцевого та його варіантів по циркону, яке, на жаль, поки що не проведено.

За результатами досліджень з'ясовано, що типоморфним елементом спеціалізації гранітоїдів БМ є срібло, а для його північної частини, певною мірою, ще й стронцій. Серед досліджених петротипів у металогенічному відношенні цікавими можуть бути граніти Глина з $KK = 3,4$ для молібдену і гранодіорити Бланско з KK усього 1,1 для цього ж елемента. Характерно, що саме в асоціації з останніми вже виявлено молібденове зруденіння (рудопрояв "Чорна Гора"). До речі, у пробах, відібраних безпосередньо на рудоносній ділянці, кларк молібдену зростає до 3,2. Не зрозуміло залишається перспективність деяких петротипів (гранодіорити Бланско з $KK = 5,4$; граніти Коуніце і гранодіорити Тетчице з KK 3,0 і 5,0 відповідно) на срібло, оскільки мінерали-носії і концентратори цього елемента нами не визначені.

У літературі вже не раз зазначалося, зокрема М. Толстим [7], що вік порід та їх формаційна належність не є тими визначальними чинниками, що впливають на розподіл хімічних елементів.

Дослідники припускають, що в процесах мінералоутворення основну роль відіграють геолого-структурні умови їх формування. Саме вони значною мірою зумовлюють аналогію становлення порід, близькість петрографічних асоціацій і формаційної належності, зіставність розподілу хімічних елементів. М.І. Толстим і співавт. [9] було з'ясовано, що подібні до чеських породи є і на УЩ, серед яких були визначені гранітоїди осницького комплексу. І це незважаючи на те, що віковий розрив між згаданими утвореннями досить відчутний – понад 1 млрд років. Підставою для такого висновку були: 1) тісний генетичний зв'язок гранітоїдів осницького комплексу з метавулканітами, що характерно і для порід БМ; 2) окраїнне положення гранітоїдів БМ і осницького комплексу Волинського мегаблока УЩ; 3) структурний контроль Бренського і сусіднього з ним Дійського масивів і гранітоїдів осницького комплексу зоною Чесько-Української смуги підняття [12]; 4) формування гранітоїдів обох регіонів у результаті прояву процесів тектономагматичної активізації; 5) збіжність гранітоїдів БМ і осницького комплексу у металогенічному відношенні як найбільш перспективних на молібденове зруденіння; в межах їхнього поширення вже відкрито декілька рудопроявів цього металу [3, 13]. Слід відзначити також приуроченість основної маси молібденової вкрапленості обох регіонів до одного й того самого виду гранітоїдних порід – гранодіоритів.

У цьому дослідженні ми спробували дещо конкретизувати отримані раніше висновки, спираючись передусім на рідкісноелементний склад гранітоїдів як найінформативніший геохімічний критерій порівняно з іншими, які використовують досить часто для їхнього розчленування і кореляції. З цією метою був проведений кластер-аналіз 36 провідних петротипів гранодіоритів – виду порід, що кількісно переважає у складі гранітоїдних комплексів БМ і є досить поширеним у комплексах УЩ. Кластеризацію всієї сукупності гранодіоритів обох регіонів здійснювали на основі аналітичної інформації про вміст 24 хімічних елементів. Це дало змогу визначити серед порід чотири геохімічно однорідні групи (рис. 3). У першій і четвертій групах, як видно, об'єднано гранодіорити УЩ, характер зв'язків між якими ми не розглядатимемо, оскільки це не є темою статті. Другу групу сформували гранодіорити Дубравіце, Бланско, Веверська Бітішка, Кралово Поле, що входять до складу північного гранітоїдного комплексу БМ, а також токмацький, роздорський, кальміуський, що є породними різновидами шевченківського і обіточненського комплексів УЩ. Між ними встановлені найтісніші кореляційні зв'язки, значення яких не виходять за межі значущих величин рівнів ($r_{kp} \geq 0,32$) кое-

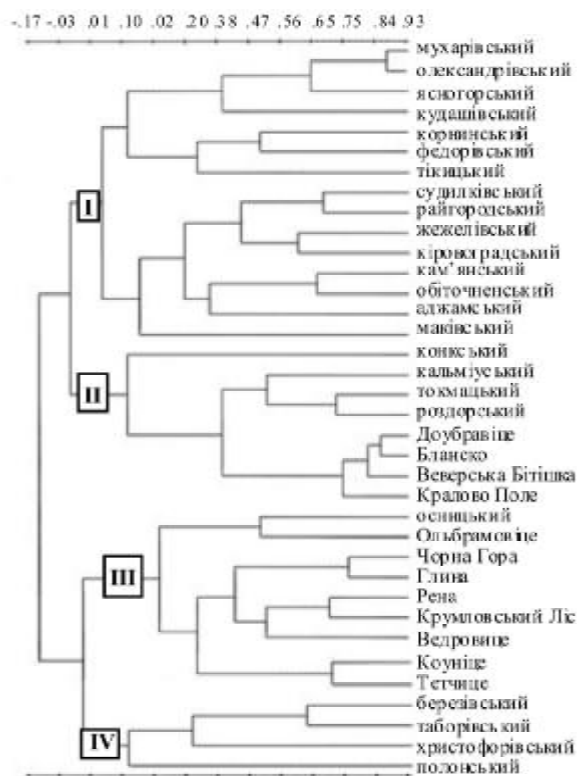


Рис. 3. Дендрограма кореляційних зв'язків провідних петротипів гранодіоритів Бренського масиву та Українського щита за їх рідкісноелементним складом. Римські цифри – породні групи петротипів з додатними значеннями коефіцієнтів кореляції

фіцієнтів кореляції і до яких на рівні 0,13 приєднано гранодіорити конкські.

До складу третьої групи у межах додатних значень коефіцієнтів кореляції разом з осницькими гранодіоритами увійшли переважно провідні петротипи південного гранітоїдного комплексу БМ, серед яких Ольбрамовіце, Рена, Крумловський Ліс, Ведровіце, а також Чорна Гора, Глина, Коунице, Тетчице. Нагадаємо, що зазначені петротипи є геохімічно більш диференційованими утвореннями стосовно порід північного комплексу, що дає змогу припустити їх формування (і, відповідно, гранодіоритів УЩ, що з ними корелюються) у різних геолого-структурних умовах. Іншими словами, це означає, що просторово віддалені гранітоїди незалежно від часу їх становлення, поперше, можуть бути конвергентними між собою, а по-друге, ця подібність зумовлена насамперед геолого-тектонічними, структурними умовами їх утворення.

Висновки. За результатами петрографічних досліджень провідних петротипів гранітоїдів БМ з'ясовано, що домінуючим породним видом у 9 з 11 є гранодіорити, і тільки 2 із них представлені монцогранітами.

Кластеризація хімічного і мікроелементного складу гранітоїдних порід розділила їх сукупність на дві породні групи (комплекси). Припускаємо,

що гранітоїди південного комплексу, які геохімічно більш диференційовані, є пізнішими формуваннями стосовно порід північного. Гранітоїди північного комплексу можуть бути ранішими утвореннями відносно порід метабазитової зони, що територіально їх розділяє.

Визначено, що гранітоїди БМ корелюються з подібними за петрогеохімічним складом породами лише окраїнних мегаблоків УЩ, зокрема, примітивніші гранодіорити північного комплексу – з такими ж шевченківського й обіточненського (Приазовський мегаблок), а більш диференційовані породи південного комплексу – з осницькими Волинського мегаблока. Така геохімічна спорідненість між гранітоїдними комплексами, різними територіально, за віком та історією свого становлення, є свідченням їхньої конвергентності, що можлива лише в разі формування їх у збіжних структурно-геологічних умовах.

Зрозуміло, що не всі положення основних висновків є достатньо аргументованими, особливо ті, що стосуються вікової послідовності проявів гранітоїдного магматизму на території БМ. Щоб зняти це питання, потрібно провести реперне ізотопне датування гранітоїдів різних блоків масиву, тим більше що для таких досліджень зберігся кам'яний матеріал.

1. *Беус А.А., Григорян С.В.* Геохимические методы поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых. – М., 1975.
2. *Виноградов А.П.* Средние содержания химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры // Геохимия. – 1962. – № 7. – С. 555–571.
3. *Гранитоиды Украинского щита: Петрохимия, геохимия, рудоносность / К.Е. Есипчук, В.И. Орса, И.Б. Щербачков и др.* – Киев, 1993.
4. *Классификация магматических (изверженных) пород и словарь терминов. Рекомендации Подкомиссии по систематике изверженных пород Международного союза геологических наук: Пер. С.В. Ефремовой.* – М., 1997.

5. *Нечаев С.В.* Структурно-возрастные соотношения комплексов докембрия Украинского щита и Чешского массива, некоторые геотектонические и металлогенические проблемы // Геол. журн. – 1981. – 41, № 21. – С. 38–50.
6. *Санин Е.В., Лобанов К.А.* О петрофизической классификации гранитоидов Брненского массива // Вестн. Киев. ун-та. Прикл. геохимия и петрофизика. – 1988. – Вып. 15. – С. 81–87.
7. *Толстой М.И.* Особенности количественного распределения химических элементов и физических характеристик в гранитоидах и их петрогенетическое значение: Автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. – Киев, 1970.
8. *Толстой М., Гасанов Ю., Гожик А., Соловейов І.* Провідні петротипи гранітоїдів Українського щита, їх розповсюдження та геодинамічні умови формування // 36. наук. праць Геол. ін.-ту Київ. ун-ту. – 1995. – № 1. – С. 65–79.
9. *Толстой М.И., Соловьев И.В., Санин Е.В.* Сравнительная характеристика особенностей вещественного состава и физических свойств гранитоидов Брненского массива (ЧССР) и осницкого комплекса Украинского щита // Вестн. Киев. ун-та. Прикл. геохимия и петрофизика. – 1987. – Вып. 14. – С. 38–49.
10. *Finger F., Schütter F., Riegler G., Krenn E.* The History of the Brunovistulicum: Total-Pb Monazite ages from the Metamorphic Complex. – Praha, 1999. – V. 8. – P. 22–23. – www.geolines.gli.cas.cz/fileadmin/volumes/volume08/G8-021b.pdf
11. *Leichmann J., Höck V.* The Brno Batholith: an insight into the magmatic and metamorphic evolution of the Cadomian Brunovistulian Unit, eastern margin of the Bohemian Massif // J. Geosciences. – 2008. – 53. – P. 281–305. – DOI: 10.3190/jgeosci.037. – www.jgeosci.org
12. *Mittrenga P., Rejl L.* Brno Massif // Geology of Moravia and Silesia / Eds A. Přichystal, V. Obstová, M. Suk. – Brno: Moravian museum, 1993. – P. 1–168.
13. *Štelcl J., Weiss J.* (eds). The Brno Massif. – Brno: Univ. of J. E. Purkyně. Press., 1986. – P. 1–255 (in Czech).

Надійшла до редакції 29.09.2010 р.

Н.В. Костенко

ПЕТРОГРАФІЯ, ГЕОХІМІЯ ГРАНІТОЇДІВ БРНЕНСЬКОГО МАСИВУ (ЧЕХІЯ) ТА ЇХ ЗІСТАВЛЕННЯ З ПОРОДНИМИ АНАЛОГАМИ НА УКРАЇНСЬКОМУ ЩИТІ

Наведено петрографічний опис провідних петротипів гранітоїдів Брненського масиву (Чеська Республіка) та їх геохімічну спеціалізацію. За результатами кластер-аналізу хімічного та мікроелементного складу виділено два комплекси гранітоїдних порід, що підкреслюють блоковий характер будови Брненського масиву. Визначено металогенічно перспективні петротипи. Виявлено петрогеохімічні аналоги цих порід на Українському щиті.

Ключові слова: гранітоїди, Брненський масив, петрографія, геохімія, зіставлення.

Н.В. Костенко

ПЕТРОГРАФИЯ, ГЕОХИМИЯ ГРАНИТОИДОВ БРНЕНСКОГО МАССИВА (ЧЕХИЯ) И ИХ СОПОСТАВЛЕНИЕ С ПОРОДНЫМИ АНАЛОГАМИ НА УКРАИНСКОМ ЩИТЕ

Приведены петрографическое описание ведущих петротипов гранитоидов Брненского массива (Чешская Республика) и их геохимическая специализация. По результатам кластер-анализа химического и микроэлементного состава выделены два комплекса гранитоидных пород, подчеркивающие блоковый характер строения Брненского массива. Определены металлогенически перспективные петротипы и петрогеохимические аналоги этих пород на Украинском щите.

Ключевые слова: гранитоиды, Брненский массив, петрография, геохимия, сопоставление.