

ГЕОЛОГО-ГЕОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОРЕОЛІВ ФЕНІТИЗАЦІ ПРОСКУРІВСЬКОГО ТА ЧЕРНІГІВСЬКОГО ЛУЖНО-УЛЬТРАОСНОВНИХ МАСИВІВ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА

Розглянуто геологічні, петрографічні і, головним чином, геохімічні особливості двох масивів лужно-ультраосновної формації Українського щита – Проскурівського (ПМ) лужного та типового карбонатитового Чернігівського (ЧКМ). Для обох масивів, які належать до різних структурно-морфологічних типів (ЧКМ – лінійний, ПМ – центральний) та відрізняються набором порід (відсутність карбонатитів у ПМ), досліджені петрографічні та геохімічні особливості фенітових ореолів, які відрізняються за формою та розвинені по композиційно контрастних породах рами. Встановлено, що процес фенітизації в обох досліджених випадках, не зважаючи на наявність спільних рис, призвів до формування різних за геохімічними характеристиками кінцевих продуктів – фенітів, які, до того ж, досить істотно відрізняються в геохімічному відношенні від лужних порід масивів. Останнє дозволяє припустити, що процес фенітизації був спричинений так званими флюїдами «передової хвилі», які випереджували вкорінення власне лужних порід. В такому випадку геохімічна контрастність фенітів ПМ та ЧКМ свідчить про істотну різницю у складі відповідних фенітизуючих флюїдів і потенційно містить інформацію для їх оцінки.

Ключові слова: лужно-ультраосновна формація, фенітизація, фенітовий ореол, лужні породи, геохімічні особливості, флюїди «передової хвилі».

С. Е. Шнюков, В. Ю. Осипенко, Ю. Е. Никанорова. **ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРЕОЛОВ ФЕНИТИЗАЦИИ ПРОСКУРОВСКОГО И ЧЕРНИГОВСКОГО ЩЕЛОЧНО-УЛЬТРАОСНОВНЫХ МАССИВОВ УКРАИНСКОГО ЩИТА.** Рассмотрены геологические, петрографические и, главным образом, геохимические особенности двух массивов щелочно-ультраосновной формации Украинского щита – Проскуровского щелочного (ПМ) и типичного карбонатитового Черниговского (ЧКМ). Для обеих массивов, принадлежащих к разным структурно-морфологическим типам (ЧКМ – линейный, ПМ – центральный) и отличающихся набором пород (отсутствие карбонатитов в ПМ), исследованы петрографические и геохимические особенности фенитовых ореолов, которые отличаются по форме и развиты по композиционно контрастным породам рамы. Установлено, что процесс фенитизации в обоих исследованных случаях, несмотря на наличие общих черт, привел к формированию различных по геохимическим характеристикам конечных продуктов – фенитов, которые, к тому же, достаточно существенно отличаются в геохимическом отношении от щелочных пород массивов. Последнее позволяет предположить, что процесс фенитизации был инициирован так называемыми флюидами «передовой волны», которые опережали внедрение собственно щелочных пород. В таком случае геохимическая контрастность фенитов ПМ и ЧКМ свидетельствует о существенной разнице в составе соответствующих фенитизирующих флюидов и потенциально содержит информацию для их оценки.

Ключевые слова: щелочно-ультраосновная формація, фенитизация, фенитовый ореол, щелочные породы, геохимические особенности, флюиды «передовой волны».

Актуальність, мета та задачі досліджень. Український щит (УЩ) є класичною областю поширення протерозойського лужного магматизму. Представлені в його межах масиви та різноманітні прояви лужних порід (малопотужні жили, дайки, штоки та ін.) належать до двох формацій різного віку: габро-сієнітової (1,7 млрд. років) та лужно-ультраосновної (карбонатитової) (близько 2 млрд. років) [12]. Проскурівський масив (ПМ) лужних порід та єдиний відомий на УЩ карбонатитовий масив – Чернігівський (ЧКМ) відносяться саме до другої формації. Проте, незважаючи на їх однакову формаційну приналежність (хоча у ПМ не знайдені карбонатити) і деякі риси подібності, вони відрізняються один від одного цілим рядом особливостей, зокрема геохімічних. Припускається, що ці особливості зумовлені (1) відмінністю джерел речовини («геохімічних резервуарів»), (2) умовами і механізмом її мобілізації та (3) геологічними та РТХ умовами формування безпосередньо порід ПМ та ЧКМ. Оскільки комплекс цих причин відповідає за металогенічне навантаження масивів, саме їх

остаточна невизначеність і є головною проблемою сучасного стану досліджень. Вирішення цієї проблеми є загальною, перспективною метою досліджень. Вона, у свою чергу, не може бути досягнута без чіткого встановлення геолого-геохімічних відмін ПМ від ЧКМ, що й є конкретною метою цієї роботи. На даному етапі її досягнення потребувало вирішення наступних задач: (1) співставлення геолого-структурної позиції обох досліджуваних масивів; (2) встановлення характеру поведінки макро- і мікроелементів у процесі фенітизації вміщуючих їх порід; (3) виявлення найбільш контрастних відмінних рис.

Аналіз попередніх публікацій. Проскурівський масив було відкрито у 1978 р. І.Д. Царовським і П.Ф. Брацлавським [21] в межах Дністровсько-Бузького мегаблоку УЩ (рис. 1а). Вони ж вперше виділили провідні породні різновиди (кварцові, лужні та нефелінові сієніти, йюліти, йюліт-маліньїти, шонкінїти; феніти та фенітизовані породи рами) та охарактеризували деякі їх мінерали (зокрема апатит [1]). Побудовану карту масиву (рис. 1б) самі автори [21] вважали схема-

тичною через неоднозначність інтерпретації геофізичних даних та недостатню кількість свердловин. (Зауважимо, що за наступні роки ситуація не змінилась.) Проте, значну увагу дослідники приділили генезису нефелінових порід, вважаючи їх лужними метасоматитами – продуктами фенітизації гранітоїдів (лужні, нефелінові сієніти тощо) і твейтозитизації лужноземельних піроксенів (йоліт-мельтейгіти, маліньїти, шонкініти). Тобто, все розмаїття порід масиву автори пояснювали гетерогенністю первинного субстрату [22, 23].

Пізніше, у 1986-1987 рр., С.Г. Кривдік зі співавторами [11, 13, 14] провели ревізію наявного матеріалу та прийшли до висновку про інтрузивно-магматичну природу порід масиву, за рахунок чого дещо по-іншому інтерпретували будову самого масиву. Як видно з рис. 1в, формально зміни виразились головним чином в перегляді ареалів розвитку сієнітів та фенітів на користь останніх. Однак, враховуючи те, що автори [21] приймали метасоматичний генезис для всіх порід ПМ, ці зміни можна вважати не принциповими. Масив був віднесений до лужно-ультраосновної формації УЩ [11, 12, 13, 20] на основі: (1) наявності фенітового ореолу та його значної потужності; (2) наявності лужних ультраосновних порід йоліт-мельтейгітового ряду та якупірангітів; (3) низької агаїтності нефелінових сієнітів ($K_{\text{агп}} = (Na+K)/Al < 0,9$). Крім того, на відміну від масивів габро-сієнітової формації, ПМ має ранньопротерозойський вік (~2,1 млрд. років) та в ньому відсутні габроїди та їх диференціати нормального ряду.

Вже перші порівняння ПМ з добре вивченим на той час ЧКМ дозволили авторам робити [11, 12, 14] констатувати близькість віку масивів, подібність складу нефелінових порід і фенітів. При цьому відмічались і суттєва відмінність в їх морфології (ЧКМ – лінійна, ПМ – центрального типу) та відсутність у ПМ власне карбонатитів. У публікаціях кінця 90-х рр. ХХ ст. – початку 2000-х рр. все більша увага приділяється відмінностям хімічного, особливо мікроелементного, складу ПМ від ЧКМ [16, 17]: відмічаються в першу чергу понижені вмісти в лужних породах Nb (205 і 8 ppm у лужних піроксенітах ЧКМ та ПМ, відповідно; 820 і 10 ppm – у мельтейгітах; 362 і 35,9 ppm у нефелінових сієнітах), Zr (460 і 130 ppm у лужних піроксенітах; 173 і 74 – у мельтейгітах; 1811 і 25,7 ppm у нефелінових сієнітах), LREE (3000 і 250 ppm у мельтейгітах), Sr (8477 і 940 ppm у мельтейгітах), TiO_2 (5,63 і 1,65 % у лужних піроксенітах). У якості можливих причин такої геохімічної відмінності однотипових порід формації припускаються [10, 16, 17] наступні: різна ступінь диференціації вихідних розплавів, геодина-

мічна обстановка їх генерації (внутрішньоплитний рифтогенез – для ЧКМ та режим зони стиснення – для ПМ), різна ступінь контамінації розплавів коровим матеріалом та їх глибинної метасоматизації. При цьому питання джерела магм та ступеню участі мантийного і корового матеріалу в їх генерації залишались однозначно не вирішеними.

Наявні ізотопні співвідношення у мельтейгітах ПМ $^{87}Sr/^{86}Sr$ (0,703) [17] свідчать, як і дані для лужних порід ЧКМ ($^{87}Sr/^{86}Sr = 0,703$), про глибинне походження цих порід. Для фенітів обох масивів ці ізотопні значення дещо вищі (0,704), що є характерним для процесу фенітизації.

Крім нефелінових порід, вивчалися породи фенітового ореолу ПМ. Встановлені [12, 13] головні риси перетворення вміщуючих порід: заміщення плагіоклазів решітчастим мікрокліном та альбітом; перекристалізація кварцу та формування навколо нього дрібнозернистого егіринвмісного піроксену, часто з лужним амфіболом (рихтеритом). З'ясовано, що фенітовий ореол має мозаїчну будову, яка характеризується наявністю реліктових (слабо змінених породи рами) та новоутворених (власне феніти) ділянок. Мінеральний склад останніх відповідає лужному сієніту. Однак, слід зазначити, що з геохімічної точки зору фенітовий ореол вивчений недостатньо (досліджені [12] зміни концентрацій лише петрогенних елементів).

Матеріали та методи дослідження. Дослідження проводились на основі двох оригінальних колекцій зразків (в т. ч. прозорих шліфів, геохімічних проб), відібраних для ПМ та ЧКМ з репрезентативних свердловин (300 та більш ніж 200 зразків відповідно). Їх петрографічне вивчення забезпечило типізацію провідних породних відмін та формування метасоматичних колонок. Всі геохімічні проби були проаналізовані (XRF) з кількісним визначенням концентрацій всіх петрогенних та оптимального переліку мікроелементів (Ni, Cu, Zn, Ga, As, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Pb, Th, U, Ba, La, Ce, Pr, Nd.), який включав індикаторні для лужно-ультраосновної (карбонатитової) формації. Результати аналітичних визначень були об'єднані в єдиний інформаційний банк, який включає дані авторів [25] та блок літературних даних щодо порід ПМ [9, 12]. Ці дані й використані в роботі.

Геологічна позиція та будова ПМ і ЧКМ.

Проскурівський лужний масив розташований у межах Дністровсько-Бузького (ДБ) мегаблоку УЩ, на його південно-західному схилі (рис. 1а)і. За даними [21], ДБ район у плані загальної будови західної частини УЩ виступає в якості південно-західного елемента гігантської центральної

структури, який включає в дугувий пояс гравітаційних максимумів північно-західного напрямку припіднятий Хмельницький блок, саме в межах якого розташований ПМ. Безпосередня тектонічна позиція останнього пов'язана з перетином північно-східного Зінківського розлому другого порядку з Подільською зоною. З південного заходу та північного сходу Хмельницький блок обмежується двома системами розломів північно-західного напрямку – Подільською і Лeticівською. Їх положення, за [4], узгоджується з лінійно витягнутими гравітаційними мінімумами такого ж простягання.

Аналізуючи схему [21] (рис. 1б) як першоджерело та наслідуючи висновки її авторів, слід констатувати, що дані про форму, розміри та склад порід масиву ґрунтуються виключно на результатах буріння (виходи порід на денну поверхню відсутні), а також магнітної та гравіметричної зйомок. Нефелінові породи розташовані в

ньому радіально (ніби відходять від єдиного центру) й оконтурюються безнефеліновими сієнітами (фенітами?). Така будова масиву центрального типу могла бути обумовлена [21] нерівномірним дробленням фундаменту (з частковим осіданням окремих його ділянок), яке контролювалося системою перетинів оперяючих розломів з регіональною північно-західною Подільською зоною. У цьому вузловому тектонічному перетині встановлено своєрідну структуру «напіврозгнутаго віяла» [21]. За геофізичними даними [21], починаючи з глибини 120-150 м вертикальна магнітна і щільнісна диференціація затухають, на основі чого припускається [21] наявність в нижніх горизонтах ПМ одноманітних інтрузивних порід.

Потужність фенітового ореолу на теперішній час дискусійна (рис. 1б та рис. 1в), що зумовлюється як недостатньою вивченістю масиву бурінням та недоступністю кернавого матеріалу, так і

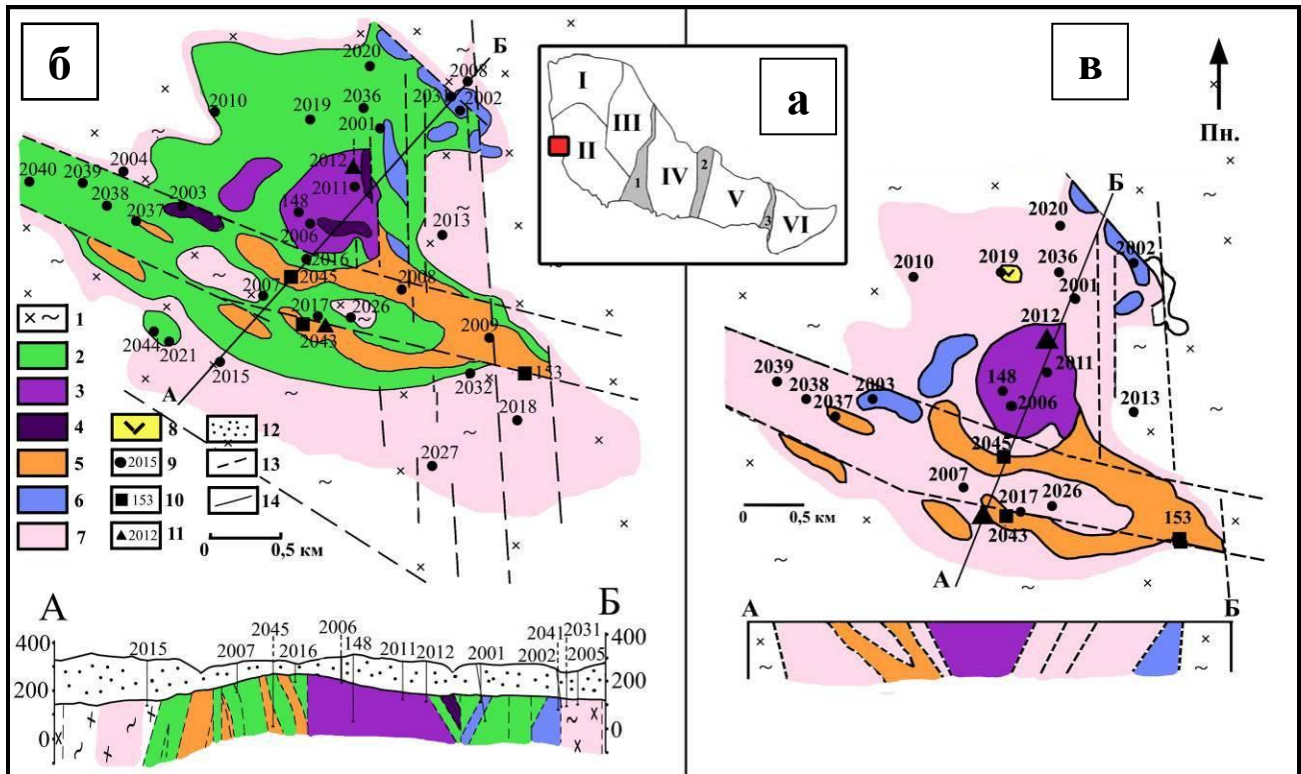


Рис. 1. Геологічна позиція та схематична будова Проскурівського масиву: *a* – положення масиву на схемі УЩ (мегаблоки: I – Волинський; II – Дністровсько-Бузький; III – Росинсько-Тікичський; IV – Інгульський; V – Середньопридніпровський; VI – Приазовський; шовні зони: 1 – Голованівська, 2 – Інгулецько-Криворізька, 3 – Оріхово-Павлоградська); *б, в* – геологічна будова Проскурівського масиву та геологічний розріз по лінії А-Б за І.Д. Царовським (*б*) та С.Г. Кривдіком (з доповненнями О.В. Дубини) (*в*), відповідно. Умовні позначення: 1 – вмшуючі породи, 2 – лужні сієніти з підпорядкованою кількістю кварцових сієнітів, гранітів та рідкісними тілами нефелінових сієнітів, йюлітів, шонкінів; 3 – перешарування лужних сієнітів та йюлітів; 4 – піроксеніти нефеліновані; 5 – нефелінові сієніти з підпорядкованими тілами лужних сієнітів; 6 – йюліти та йюліт-маліньїти; 7 – феніти та фенітизовані породи рами; 8 – есексйти, безнефелінові та нефелінвмісні (тільки на рис. 1в); 9-11 – бурові свердловини (серед них геохімічно досліджені: 10 – авторами цієї роботи; 11 – С.Г. Кривдіком та О.В. Дубиною); 12 – розломи; 13 – геологічні межі

невизначеністю генезису нефелінових порід (магматичний, метасоматичний). І.Д. Царовський та П.Ф. Брацлавський вважали, що всі нефелінові породи є метасоматитами, тобто магматичні породи в масиві відсутні (принаймні на сучасному ерозійному зрізі), що, у свою чергу, ускладнює встановлення джерела фенітизуючих розчинів [21]. Альтернативної точки зору дотримуються С.Г. Кривдік та О.В. Дубина [9, 12], які вважають, що виявлені лужні та нефелінові сієніти, ійоліт-мельтейгіти, якупірангіти, нефелінові піроксеніти є магматичними, а площа фенітового ореолу становить близько 80 % площі масиву (рис. 1в).

Чернігівський карбонатитовий масив (рис. 2) розташований в межах Приазовського мегаблоку УЩ і приурочений до Чернігівської розломної зони субмеридіонального простягання [26]. ЧКМ представлений Новополтавським (на півночі) та Бегім-Чокракським (у південній частині) блоками лінзовидної форми [12]. Чернігівська зона розломів являє собою серію субмеридіональних розривів розтягу, до яких приурочені дайкоподібні тіла карбонатитового комплексу. Закладення цієї розломної зони відбувалось у ранньому протерозої, після чого вона ще неодноразово зазнавала активізації, на що вказує наявність ділянок сильної тріщинуватості, катаклазу та брекчіювання порід [19].

На сьогоднішній день ЧКМ прийнято відносити до карбонатитових масивів лінійного структурно-морфологічного типу. Хоча існує точка зору [6; 19], що, за аналогією з кімберлітовими трубками, він є глибинним корінням класичного масиву центрального типу, верхня частина якого була зруйнована ерозією. Для карбонатитових масивів такий перехід припускають [5] на глибині 10-15 км від палеоповерхні, а його сучасна еліпсоподібна форма пояснюється значним ерозійним зрізом (10-17 км).

Найпоширенішими породами ЧКМ, за [5, 12, 15], є карбонатити та лужносієнітові утворення. У підпорядкованій кількості поширені нефелінові сієніти та лужні піроксеніти. Також присутні ійоліт-мельтейгіти, які спостерігаються у вигляді включень у карбонатитах. Форма тіл порід ЧКМ переважно дайко- та жиліподібна. Найбільш молодими вважаються сієніти й карбонатити, найдревнішими – піроксеніти та ійоліт-мельтейгіти [5, 12].

Ореол метасоматичних порід (фенітів) представлений потужною товщею (до перших сотень метрів у центральній частині масиву [24]). У північному та південному напрямках вони поступово знижуються до 100-50 м і менше. На півночі та півдні зони, де загальна її ширина складає 100-200 м, утворення комплексу представлені лише

фенітами, жильними сієнітами, нордмаркитами [6]. Потужність ореолу в межах південної Бегім-Чокракської ділянки значно менша і сягає 10-20 м [19]. Загалом потужність ореолу фенітизації Чернігівського масиву невитримана у плані аж до фрагментарності розвитку, що спостерігається у розрізах, де, крім того, простежується асиметрія зі зростанням потужності у висячому боці тіл, особливо у випадку пологого падіння (рис. 2).

Ізотопні оцінки віку близькі для обох масивів: 2100 ± 40 млн. років для ПМ (по циркону з нефелінових сієнітів, термемісійний метод [12]) та 2090 ± 15 млн. років для ЧКМ (по циркону з карбонатитів [3]). Корисні компоненти ПМ представлені комплексною нефеліновою сировиною (глинозем, алюміній, лужні продукти) та, можливо, апатитом. Для ЧКМ характерна спеціалізація на апатит, Nb, Ta, LREE тощо [8, 12, 24 тощо].

Співставлення петрографічних особливостей фенітових ореолів ПМ і ЧКМ. Характерною особливістю масивів лужно-ультрасиєнітної формації, до якої належать обидва об'єкти, є розвиток потужного ореолу лужних метасоматитів – фенітів. У ПМ останні розвиваються по двох типах вміщуючих порід – гранітоїдам бердичівського комплексу і вінницитам (об'єднані в групу гранітоїдів за рахунок подібності складу) та біотит-плагіоклазовим кристалосланцям. Вік монацитів і цирконів із гранітоїдів бердичівського комплексу коливається в межах 2100-2400 млн. р. (U-Pb метод [2]). У ЧКМ представлений більш широкий спектр вихідних порід: апліто-пегматоїдні граніти, гнейси, амфіболіти та метаультрабазити [5, 12, 24]. У складі субстрату виділяються польовошпатові та безпольовошпатові амфіболіти, плагіоклазові та плагіоклаз-калішпатові гнейси і сланці західно-приазовської серії архею (їх вік, за ізотопними даними, відповідає 2,6-2,7 млрд. р. [5]), а у жильній фазі – гранітапліти та апліто-пегматоїдні граніти.

У петрографічному відношенні процес метасоматичної переробки вихідних гранітоїдних порід ПМ характеризується поступовим зникненням реліктових парагенезисів і зміною їх на новоутворені. Спостерігається поступове зменшення вмісту кварцу, що супроводжується формуванням вінцевої структури (появою навколо зерен кварцу і за його рахунок егіринвмісного клінопіроксену), до повного його зникнення у фенітах, розкислення реліктового олігоклазу, заміщення вихідного ортопіроксену (гіперстену) новоутвореним клінопіроксеном, зникнення рогової обманки та гранату (піропу). Фенітизація біотит-плагіоклазових кристалосланців загалом супроводжується тими ж ознаками (альбітизація вихідного олігоклазу, пертитизація калієвого польового шпату), але проявлена менш інтенсивно.

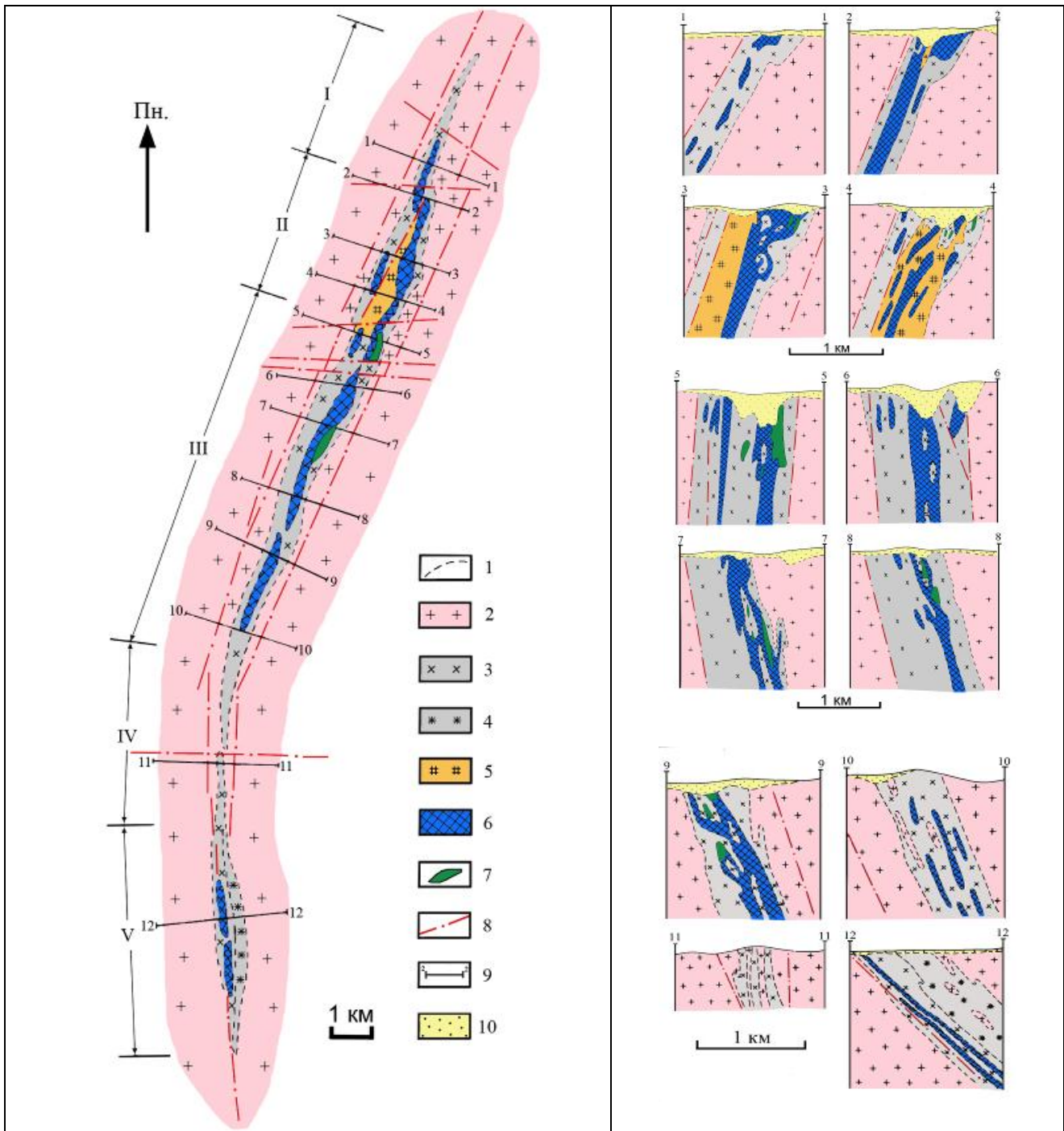


Рис. 2. Схема геологічної будови Чернігівського карбонатитового масиву лінійного структурно-морфологічного типу та його схематичні геологічні розрізи. ЧКМ [18, 24]: 1 – границі геологічних тіл; 2 – вміщуючі породи; 3 – фенітизовані вміщуючі породи та сієніт-феніти; 4 – діафторит-феніти; 5 – нефелінові сієніти; 6 – карбонатити; 7 – меланократові породи (піроксеніти); 8 – розривні порушення; 9 – лінії геологічних розрізів та їх номери; 10 – кора вивітрювання. 1-1, 2-2 і т.д. – лінії геологічних розрізів

Крім метасоматично змінених порід рами ПМ, власне породи комплексу представлені нефеліновими і лужними сієнітами та породами ійоліт-мельтейгітового ряду. Їх склад наступний (об. %): нефелінові сієніти – біотит (40-60), мікроклін-пертит (25-35), нефелін (15-30), апатит (одиночні зерна), циркон, монацит, сфен, карбонат, рудний мінерал; лужні сієніти – мікроклін-

пертит (30-45), альбіт (25-30); біотит (0-25), клінопіроксен (егірін-авгіт) (0-20), лужний амфібол (0-10); апатит (1-5), сфен, карбонат, рудний мінерал; ійоліти – нефелін (45-65), польові шпати (10-40), клінопіроксен (10-45), біотит (1-10), апатит (1-3), кальцит (до 3), рудний мінерал (3-5). Незважаючи на те, що генезис зокрема нефелінових порід на сьогодні вважається магматичним

[12], метасоматична гіпотеза їх походження, яка була висунута відразу після відкриття й перших досліджень масиву [22, 23] також остаточно не відкинута.

Фенітизація вихідних порід ЧКМ має подібний напрямок, але, як зазначалося вище, перелік вміщуючих порід, на відміну від ПМ, більш різноманітний. Відповідно до існуючих геологічних та петрографічних даних серед вихідних порід Чернігівського масиву виділяються метасоматити апогранітного, апогнейсового, апоамфіболітового та апометаультрабазитового рядів. Для кожного з них можливе ранжування за ступенем змінення з виділенням слабо- та сильнофенітизованих різновидів аж до фенітів (апогранітних, апогнейсових тощо) [18, 24].

У процесі перетворення вихідних порід ЧКМ спостерігаються наступні зміни реліктових парагенезисів [18]: повністю зникає кварц, реліктовий клінопіроксен, майже повністю – рогова обманка і плагіоклази (олігоклаз у гнейсах, андезин у амфіболітах). Новоутворена асоціація мінералів представлена альбітом, мікрокліном, лужними піроксенами (егірин-авгітом, егірин-салітом), амфіболами (рихтеритом, еденітом, гастингситом), кальцитом. Зміна асоціації акцесорних мінералів супроводжується збільшенням вмісту апатиту, зникненням монациту, вміст інших акцесоріїв майже не змінюється. Таким чином, зміна мінерального складу різних типів вміщуючих порід у процесі фенітизації відбувається в напрямку їх конвергенції, в результаті чого феніти мають наступний склад (об. %) [18]: *апогранітоїдні феніти* – мікроклін-пертит (75-95), егірин-саліт або егірин-авгіт (1-10), альбіт (1-5), біотит (1), кальцит (<1), реліктовий олігоклаз (0-5), реліктовий кварц (0-8), апатит, циркон, сфен, рудні мінерали (магнетит, гематит, лімоніт, ільменіт, сфалерит, молібденіт, пірит); *апогнейсові феніти* – альбіт (50-70), мікроклін (10-25), біотит (5-10), егірин-саліт або егірин-авгіт (10-15), рихтерит або гастингсит (5-10), кальцит (1-5), апатит (1-5), сфен (1-2), реліктовий олігоклаз (0-5), рудні мінерали (магнетит, сульфід) (до 3), циркон; *апоамфіболітові феніти* – мікроклін (15-20), альбіт (25-40), реліктовий олігоклаз (до 10), біотит (10-20), егірин та егірин-авгіт (15), реліктова рогова обманка (0-10), сфен (2-5), апатит (3), рудні мінерали (магнетит, сульфід) (2), циркон, кальцит.

Співставлення геохімічних особливостей ПМ і ЧКМ. Геохімічно обидва масиви вивчалися попередниками [5, 8, 9, 12, 21, 24]. Однак основна увага була приділена вивченню власне порід масиву і значно менша – породам фенітового ореолу. Так, варто відмітити, що для фенітизова-

них порід і фенітів ПМ було опубліковано вмісти лише петрогенних компонентів [12]. Для виділених різними дослідниками порід власне масиву (нефелінові та лужні сієніти, ійоліт-мельтейгіти, якупірангіти, маліньїти, есексити) опубліковано, зокрема в останні 10 років [7, 9], дані щодо складу петрогенних та мікроелементів, але їх кількість невелика. На рис. 3 показано поведінку петрогенних елементів за даними попередників [9, 12] та авторами даної роботи, де наочно видно, що останні суттєво доповнюють у кількісному відношенні попередні дані.

Фенітовий ореол ЧКМ у геохімічному відношенні вивчений краще, хоча і для нього відмічалася недостатня повнота інформації щодо мікроелементного складу [12, 18, 24 тощо].

На рис. 4 зображено поведінку всіх петрогенних і мікроелементів для виділених в обох масивах метасоматичних колонок та порід власне комплексів.

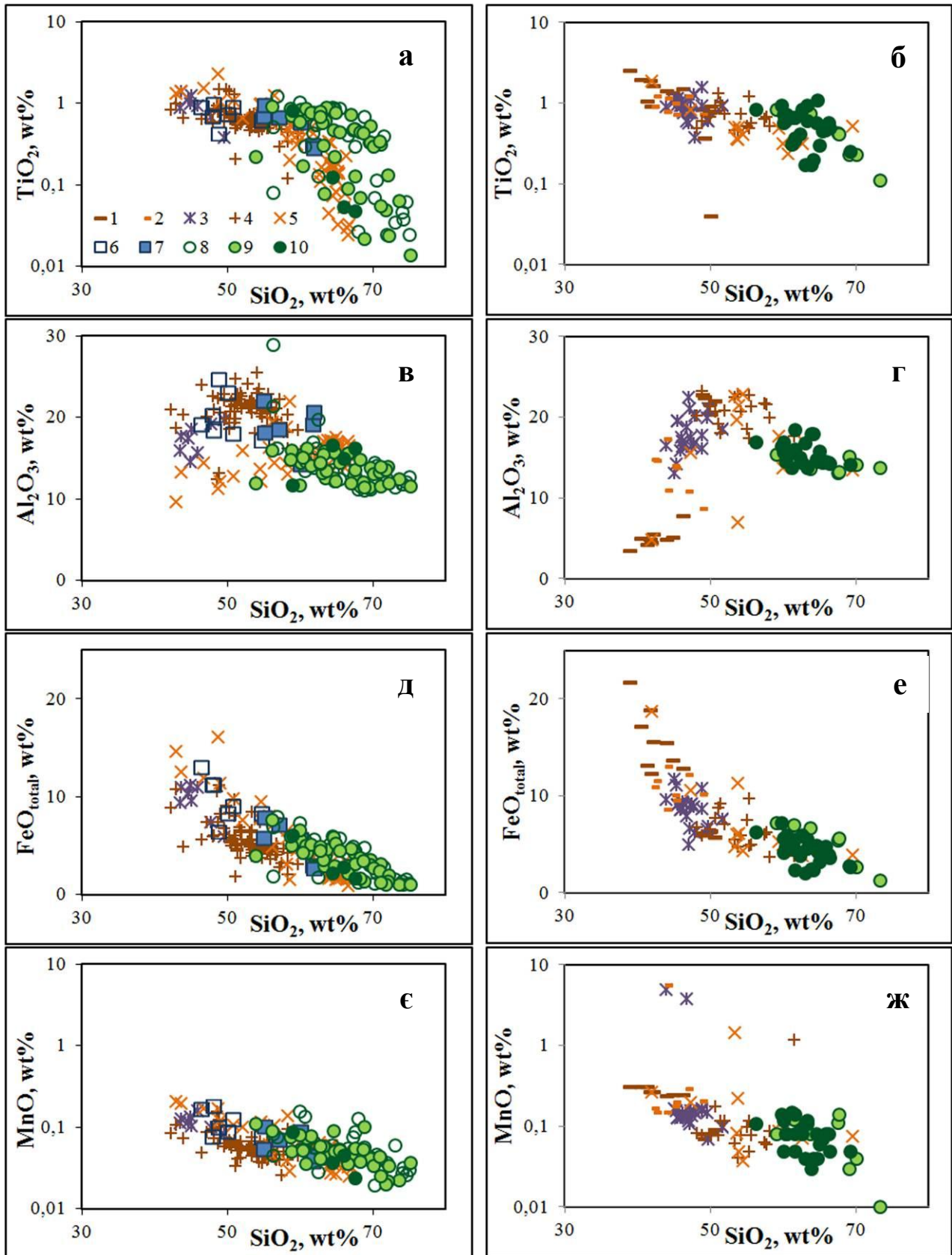
У процесі фенітизації в обох масивах для всіх виділених типів порід спостерігається накопичення лугів (рис. 4), однак більшість елементів, які є індикаторними для лужно-ультраосновної (карбонатитової) формації, при фенітизації порід ПМ виносяться (Zr, Nb, La, Ce), на відміну від ЧКМ (рис. 5).

З підвищенням ступеню фенітизації спостерігається конвергенція складів продуктів перетворення вміщуючих порід для обох масивів. При цьому метасоматично змінені і лужні породи на графіках рознесені (крім лужних сієнітів у ПМ та нефелінових – у ЧКМ, які співпадають з найбільш інтенсивно фенітизованими відмінами).

Висновки.

1. В структурно-геологічному плані два досліджувані масиви відмінні: ПМ – центрального типу, а ЧКМ – яскраво вираженої лінійної форми. Відповідно, їх фенітові ореоли характеризуються різною морфологією, що пов'язано з особливостями будови та тектонічною позицією масивів. Для лужних масивів центрального типу характерні ізометричні, а для лінійно витягнутих – асиметричні (нерівномірно проявлені до фрагментарних) фенітові ореоли. Асиметрія найкраще проявлена при положому падіння порід масиву (ЧКМ).

2. В обох досліджуваних масивах виявлено схожість напрямку зміни мінеральних парагенезисів у процесі фенітизації різних за складом порід рами (середніх та основних для ПМ; кислих, середніх та основних для ЧКМ). Ця подібність проявляється у зникненні таких реліктових мінералів, як кварц, піроксен (у ПМ – гіперстен, у ЧКМ – клінопіроксен), рогова обманка, вихідні плагіоклази (основні у ЧКМ, олігоклаз – у ПМ),



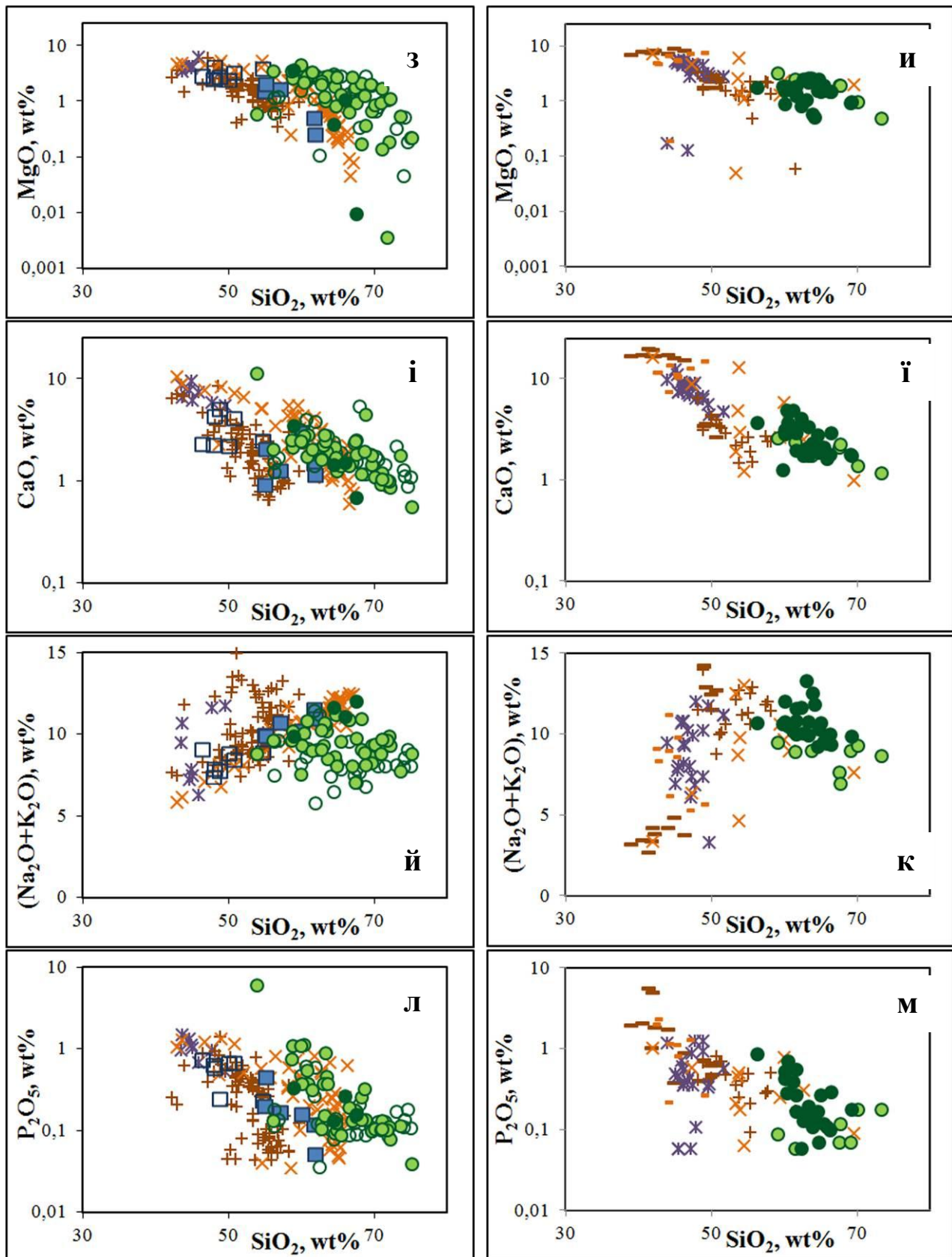
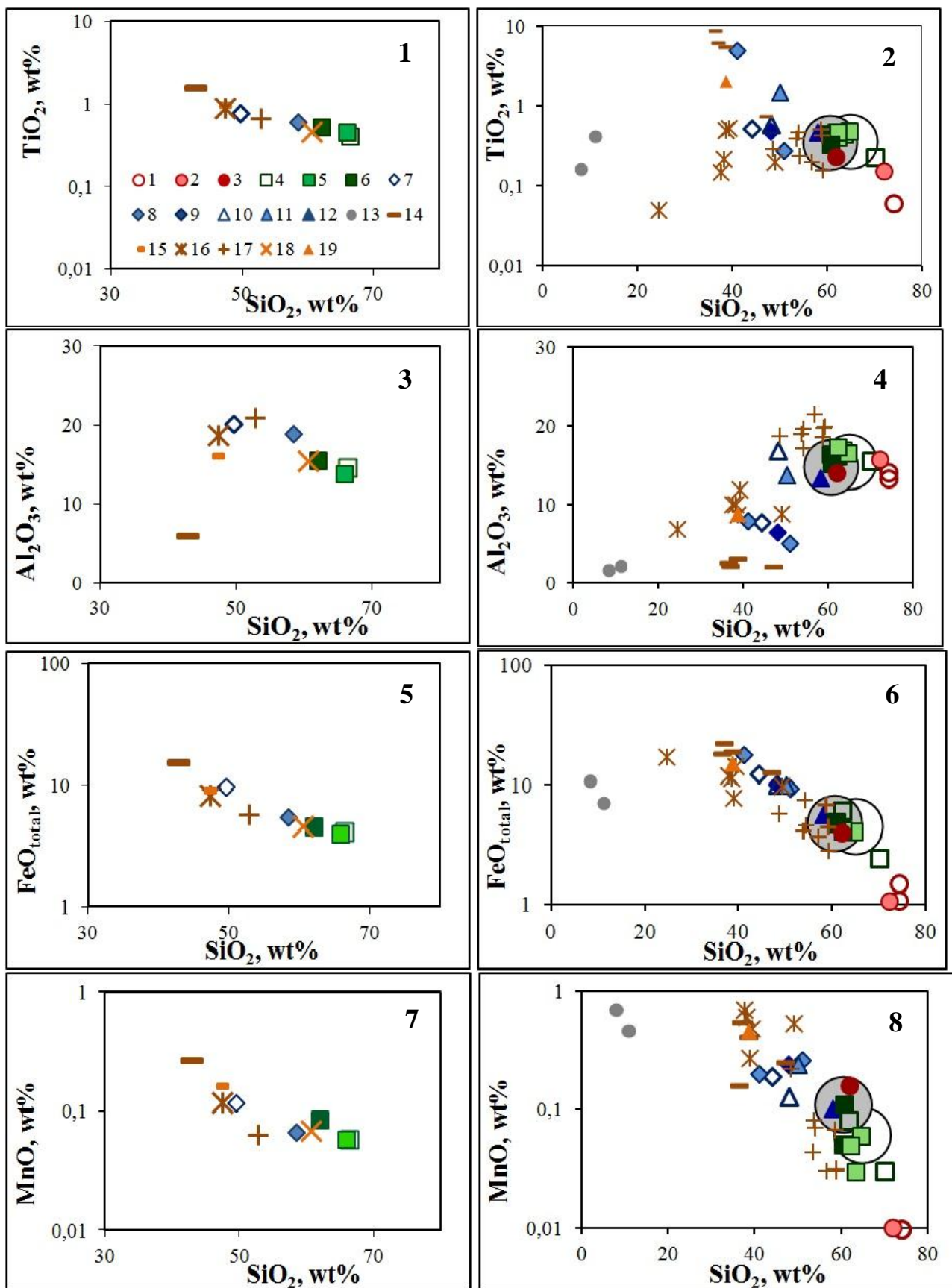


Рис. 3. Репрезентативність даних по петрогенних компонентах у породах Проскурівського лужного масиву за даними авторів (а, в, д, е, з, і, й, л) та за [9, 12] (б, в, з, и, й, л, ж, у, ь, н, о, п).

Умовні позначення: 1 – нефелінові піроксеніти та якупірангіти, 2 – мельтейгіти, 3 – ійоліти, 4 – нефелінові сієніти, 5 – лужні сієніти, 6 – незмінні біотит-плагіоклазові кристалічні сланці, 7 – фенітизовані біотит-плагіоклазові кристалічні сланці, 8 – незмінні бердичівські гранітоїди, 9 – фенітизовані бердичівські гранітоїди, 10 – апогранітоїдні феніти



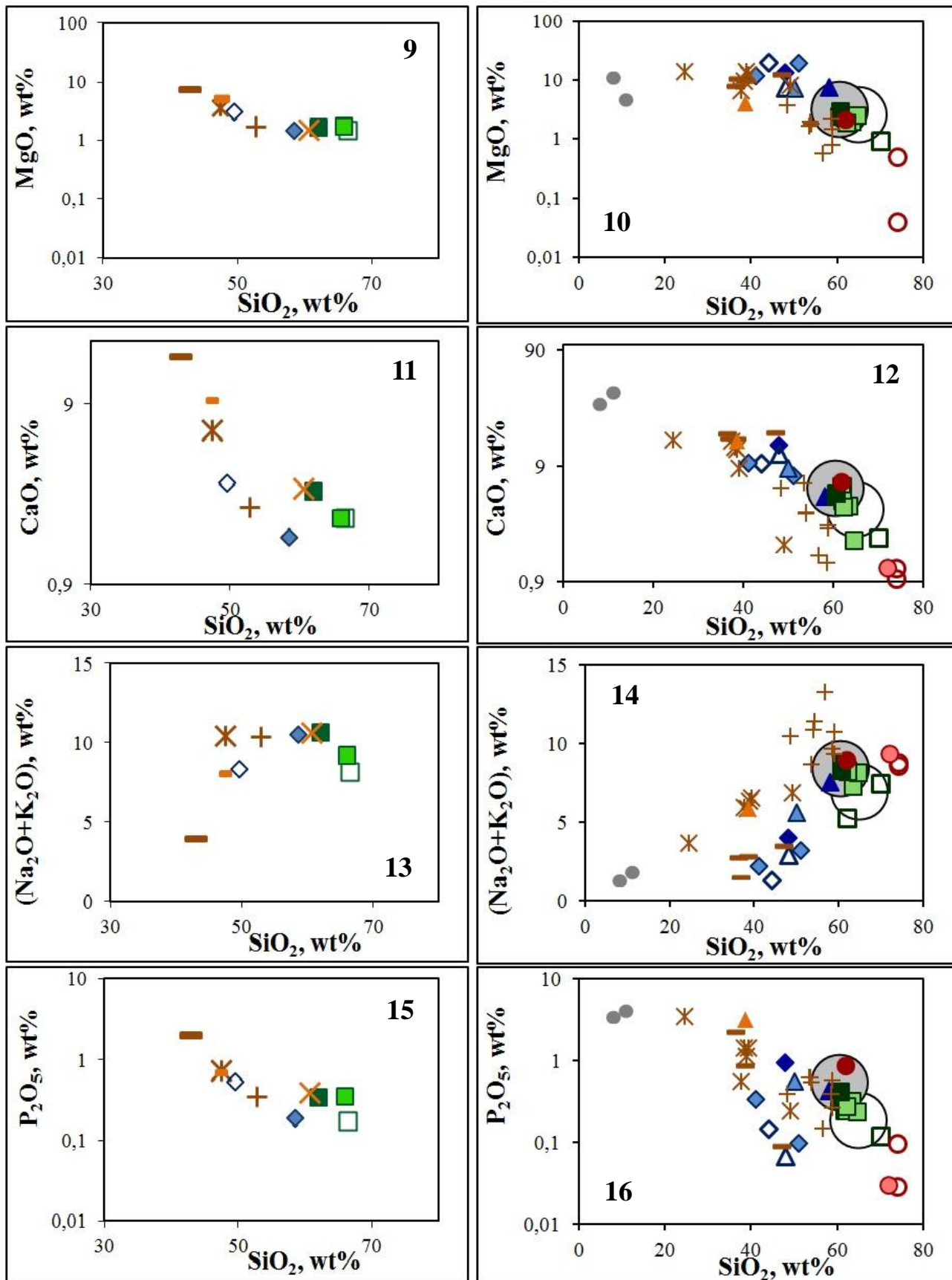


Рис. 4. Поведінка петрогенних елементів (середні значення) у породах комплексу та фенітового ореолу ПМ (1,3,5,7,9,11,13,15) у порівнянні з ЧКМ (2,4,6,8,10,12,14,16). Умовні позначення (середні значення композицій, крім силікатних порід ЧКМ): 1, 4, 7, 10 – незмінені; 2, 5, 8, 11 – фенітизовані (1, 2 – гранітоїди; 4, 5 – гнейси; 7, 8 – кристалосланці; 10, 11 – амфіболіти); 3, 6, 9, 12 – феніти (3 – апогранітоїди, 6 – апогнейсові, 9 – апокристалосланцеві, 12 – апоамфіболітові); 13 – карбонатити [12]; 14 – лужні піроксеніти (піроксеніти в ЧКМ [12]); 16 – йоліти (йоліт-мельтейгіти в ЧКМ [12]); 17 – нефелінові сієніти (ЧКМ за [12]); 18 – лужні сієніти; 15 – мельтейгіти; 19 – есексити [12]. Великі кола – середній склад незмінених вміщуючих порід (незаліте) та розвинутих по них фенітів (заліте), розраховані за [24].

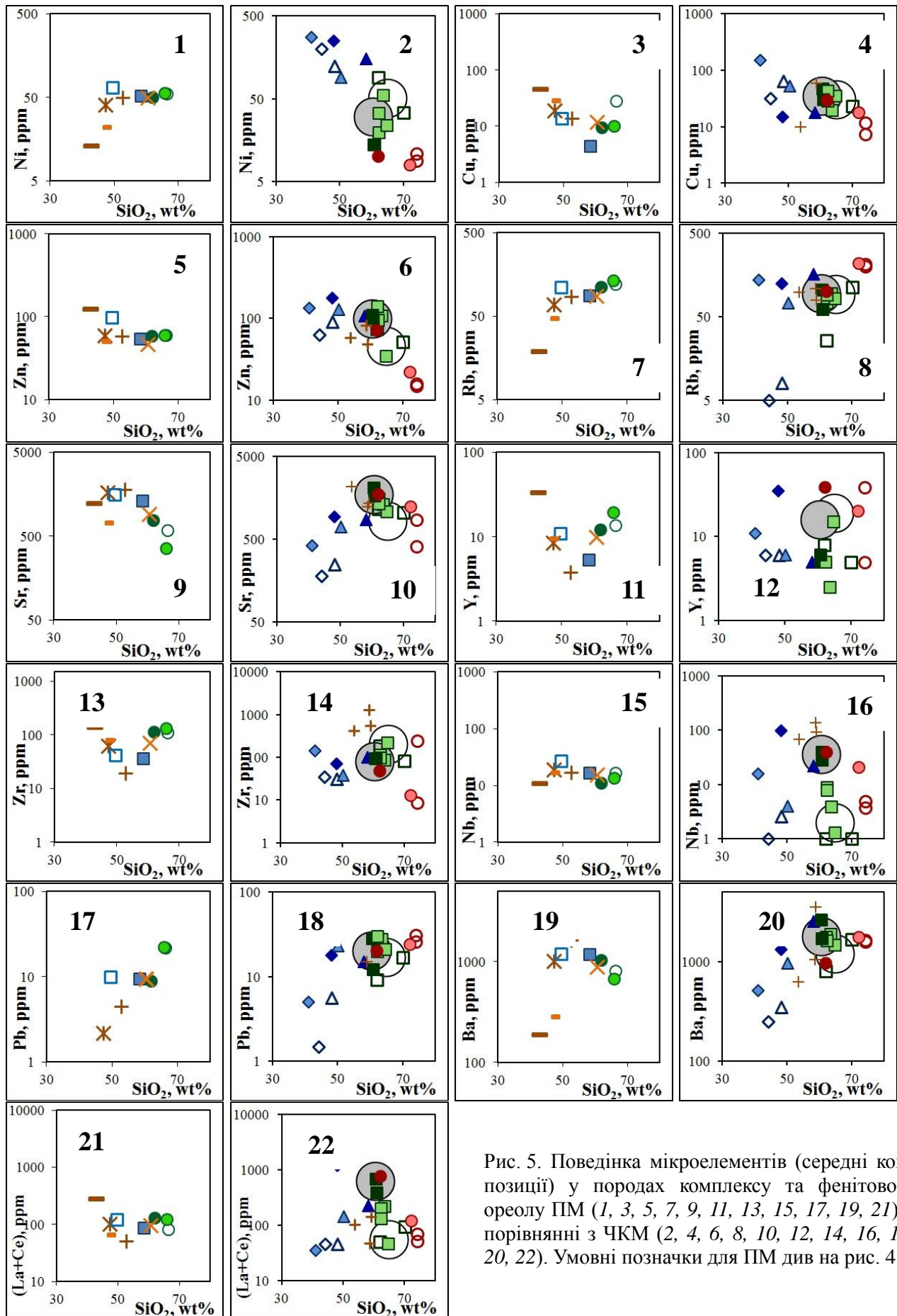


Рис. 5. Поведінка мікроелементів (середні композиції) у породах комплексу та фенітового ореолу ПМ (1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21) у порівнянні з ЧКМ (2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22). Умовні позначки для ПМ див на рис. 4.

гранат у ПМ. При цьому формуються мінерали нових парагенезисів: лужні піроксени (егірин-авгіт, егірин-саліт), лужні амфіболи (рихтерит, еденіт, гастингсит у ЧКМ; гастингсит? у ПМ), альбіт (в т.ч. у формі пертитів заміщення).

3. Головною геохімічною рисою процесу фенітизації для обох масивів є привнесення Na_2O . Натомість спостерігаються відмінності в поведінці найбільш важливих для лужно-ультраосновної формації елементів (LREE, Y, Sr, Zr, Nb, P_2O_5). У ЧКМ вони накопичуються, а в ПМ виносяться (за виключенням Sr, концентрації якого майже не змінюються).

4. Для обох масивів з підвищенням ступеню фенітизації первинно різноманітних за складом порід рами спостерігається конвергенція їх композицій з формуванням геохімічно контрастних кінцевих продуктів – фенітів (максимальна відмінність проявлена для мікроелементів), які, до того ж, досить істотно відрізняються в геохімічному відношенні від лужних порід масивів.

Одержані для ПМ та ЧКМ дані (п. 4) дозво-

ляють припустити, що процес фенітизації був спричинений так званими флюїдами «передової хвилі», які випереджували вкорінення власне лужних порід, внесок яких в перетворення вміщуючих порід був відносно невеликим. В такому випадку геохімічна контрастність фенітів ПМ та ЧКМ свідчить про істотну різницю у складі відповідних фенітизуючих флюїдів і потенційно містить інформацію для його оцінки.

На думку авторів статті, підтвердження таких припущень та реалізація оцінок складу фенітизуючих флюїдів потребує подальших геохімічних та ізоотно-геохімічних досліджень ореолів обох масивів на мінеральному рівні, причому найбільш принагідним для цього слід вважати апатит, який відрізняється (1) «наскрізною» розповсюдженістю в зонах досліджених метасоматичних колонок, (2) широким спектром ізоморфних елементів-домішок, більшість яких має індикаторне значення, (3) доступністю для вивчення та високою інформативністю Rb-Sr ізоотної системи.

Література

1. Апатит Проскуровского щелочного массива западного склона Украинского щита / И. Д. Царовский, П. Ф. Брацлавский, С. В. Геворкьян, Т. В. Кузнецов // Докл. АН УССР. Сер. Б. – 1980. – № 12 – С. 28-32.
2. Геохронология докембрия Украинского щита. Протерозой / Н. П. Щербак, Г. В. Артеменко, И. М. Лесная и др. – К. : Наук. думка, 2008. – 240 с.
3. Геохронология крупных геологических событий в Приазовском блоке УЩ / Н. П. Щербак, В. Н. Загнитко, Г. В. Артеменко, Е. Н. Бартницкий // Геохимия и рудообразование. – 1995. – Т. 21. – С. 112-129.
4. Гинтов О. В. Структуры континентальной земной коры на ранних этапах её развития / О. В. Гинтов. – К. : Наук. думка, 1978. – 163 с.
5. Глевасский Е. Б. Докембрийский карбонатитовый комплекс Приазовья / Е. Б. Глевасский, С. Г. Кривдик. – К. : Наук. думка. – 1981. – 228 с.
6. Глевасский Е. Б. Фениты Черниговского карбонатитового комплекса (Приазовье) / Е. Б. Глевасский, С. Г. Кривдик // Геол. журнал. – 1978. – Т. 38. – № 4. – С. 77-89.
7. Донской А. Н. Металлогения нефелиновых серий юго-западной части Восточноевропейской платформы / А. Н. Донской, Н. А. Донской // Геохимия та рудоутворення. – № 29. – 2011. – С. 30-43.
8. Донской А. Н. Специализация щелочных массивов протерозойского возраста / А. Н. Донской // Геохимия та екологія: зб. наук. праць ІГНС НАН та МНС України. – Вип. 16. – 2008. – С. 98-109.
9. Дубина О. В. Петрологія лужних порід Дністрово-Бузького мегаблоку Українського щита / Автореф. дис. ... канд. геол. наук. – Київ, 2006. – 20 с.
10. Загнитко В. Н. Изотопно-геохимические доказательства участия корового материала в образовании некоторых пород щелочно-ультраосновной формации Украинского щита [Электронный ресурс] / В. Н. Загнитко, С. Г. Кривдик, А. В. Дубина. – Режим доступа: – <http://geo.web.ru/conf/alkaline/2006/index12.html>
11. Кривдик С. Г. Нефелиновые породы Проскуровского массива (Приднестровье) и их формационная принадлежность / С. Г. Кривдик, П. Ф. Брацлавский // Геол. журн. – Т. 47. – № 1. – 1987. – С. 105-116.
12. Кривдик С. Г. Петрология щелочных пород Украинского щита / С. Г. Кривдик, В. И. Ткачук. – К. : Наук. думка, 1990. – 406 с.
13. Кривдик С. Г. Фениты Проскуровского массива (Приднестровье) / С. Г. Кривдик, П. Ф. Брацлавский // Геол. журн. – 1987. – Т. 47. – № 2. – С. 111-124.
14. Кривдик С. Г. Химический состав амфиболов из щелочных пород Проскуровского массива (Приднестровье) как индикатор условий их кристаллизации / С. Г. Кривдик // Минерал. журнал, 1986. – Т. 8. – № 3. – С. 74-79.
15. Кривдик С. Г. Щелочной магматизм Приазовья / С. Г. Кривдик, Н. В. Безсмолова, А. В. Дубина // Наукові праці УкрНДМІ НАН України. – 2009. – № 5 (частина II). – С. 158-166.
16. Кривдік С. Г. Геохімічні особливості лужних порід Дністровсько-Бузького району Українського щита / С. Г. Кривдік, О. В. Дубина // Мінерал. журнал, 2006. – Т. 28. – № 4. – С. 32-42.
17. Кривдік С. Г. Лужний магматизм Українського щита: геохімічні та петрогенетичні аспекти / С. Г. Кривдік // Мінерал. журнал, 2000. – Т. 22. – № 2/3. – С. 48-56.
18. Никанорова Ю. Е. Геохимические особенности метасоматической зональности линейных карбонатитовых

- комплексов Украинского щита, Енисейского кряжа и Воронежского кристаллического массива / Ю. Е. Никанорова, С. Е. Шнюков, И. И. Лазарева // Уральская минералогическая школа – 2013 (25-27 сентября 2013 г.). Сборник статей студентов, аспирантов, научных сотрудников академических институтов и преподавателей ВУЗов геологического профиля. – Екатеринбург, 2013. – С. 94-99.
19. Русаков Н. Ф. К вопросу о структуре Черниговского массива карбонатитов (Приазовье) / Н. Ф. Русаков, Г. Л. Кравченко // Геол. журнал, 1986. – Т. 46. – № 4. – С. 112-118.
20. Сергеев А. С. Фениты комплекса ультраосновных и щелочных пород / А. С. Сергеев. – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1967. – 164 с.
21. Царовский И. Д. Нефелиновые породы Днестровско-Бугского района (геология, возраст и вещественный состав) : Препринт / И. Д. Царовский, П. Ф. Брацлавский. – К., 1980. – 46 с.
22. Царовский И. Д. Позднедокембрийские (добайкальские) нефелиновые породы Днестрово-Бугского района / И. Д. Царовский, П. Ф. Брацлавский, Ф. И. Котловская // Докл. АН УССР. – №11. – 1980. – С. 31-36.
23. Царовський І. Д. Нефелінові породи західного схилу Українського щита / І. Д. Царовський, П. Ф. Брацлавський // Доп. АН УССР, Сер. Б. – № 3. – 1978. – С. 225-229.
24. Шнюков С. Е. Апатиты, цирконы и сфены из околокарбонатитовых фенитов и щелочных метасоматитов зон диафореза Украинского щита как петрогенетические и геохимические индикаторы : Автореф. дис. на соискание уч. степени канд. геол.-минерал. наук. : спец. 04.00.20 – «минералогия» / Киевский ордена Ленина и ордена Октябрьской революции государственный университет им. Т. Шевченко // С. Е. Шнюков. – Львов, 1988. – 25 с.
25. Шнюков С. Є. Проскурівський масив лужних порід (Український щит): новий геохімічний банк даних / С. Є. Шнюков, В. Ю. Осипенко // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія. – 2016. – Вип. 1 (72). – С. 28-34.
26. Щербаков И. Б. Петрология Украинского щита / И. Б. Щербаков. – Львов : ЗУКЦ, 2005. – 366 с.