Mineralogical Review
2010. N 60. Is. 1. P. 39–46

Мінералогічний збірник
2010. № 60. Вип. 1. С. 39–46

УДК 552.323.6(477.53)

РЕЧОВИННИЙ СКЛАД І ПЕТРОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ УЛЬТРАБАЗИТІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ СЕРЕДНЬОПРИДНІПРОВСЬКОГО МЕГАБЛОКА УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА У ЗВ'ЯЗКУ З ЇХНЬОЮ ПОТЕНЦІЙНОЮ АЛМАЗОНОСНІСТЮ

В. Кічурчак[1], Л. Ісаков[2], П. Пігулевський[1], М. Рузіна[3], І. Жильцова[3]

[1]*ДГЕ Дніпрогеофізика ДГП Укргеофізика*
49057 м. Дніпропетровськ, вул. Геофізична, 1
E-mail: pigulev@ua.fm
[2]*Дніпропетровське відділення УкрДГРІ*
49081 м. Дніпропетровськ, вул. Каруни, 1
E-mail: Isakov_l@ukr.net
[3]*Національний гірничий університет, м. Дніпропетровськ*

Наведено результати досліджень речовинного складу і петрохімічних особливостей ультрабазитів північно-західної частини Середньопридніпровського мегаблока Українського щита. Аналіз різноманітних петрохімічних діаграм, які звичайно використовують під час прогнозування кімберлітового й лампроїтового магматизму, засвідчив, що більшу частину досліджуваних ультрабазитів можна інтерпретувати як кімберліти, лампроїти або подібні до них породи.

Ключові слова: ультраосновні породи, кімберліти, лампроїти, петрохімічна діаграма, Середньопридніпровський мегаблок, Український щит.

Прогнозування кімберлітового й лампроїтового магматизму широко використовують на всіх стадіях геологорозвідувальних робіт. Залежно від методики вивчення геологічних процесів і об'єктів виділяють низку напрямів прогнозування: геолого-мінералогічний, петрохімічний, геолого-геохімічний, структурно-тектонічний, глибинний структурно-речовинний тощо. Перші три напрями прогнозування потенційно алмазоносних порід належать до категорії науково обґрунтованих, інші перебувають на стадії наукових і тематичних вишукувань. Геолого-мінералогічний напрям успішно реалізований під час розшуків кімберлітів і подібних до них порід. Петрохімічні методи прогнозування є складовою частиною геолого-мінералогічного напряму в разі прогнозування корінних джерел алмазу. Основою побудови й аналізу петрохімічних моделей є відповідний набір індикаторних параметрів і оцінка міри подібності чи відмінності об'єктів, які вивчають, від еталонних.

Порівняння та аналіз індикаторних параметрів можна провадити на рівні конкретного об'єкта (прояву) і/або поля розвитку глибинних магматичних порід. В обох випадках основою виділення тих чи інших параметрів як індикаторних є петрохімічні ознаки не окремо взятої породи або її усередненого хімічного складу, а природної асоціації порід (сукупність різновидів магматичних порід, які сформувалися під час однотипного магматичного процесу). Саме асоціація, або петрогенетичний ряд, порід містить багато

© Кічурчак В., Ісаков Л., Пігулевський П. та ін., 2010

можливих їхніх різновидів і тому може слугувати еталоном для порівняння з утвореннями, які вивчають.

У розробці критеріїв і ознак для обчислення петрохімічних параметрів використано дані понад 5 000 хімічних аналізів магматичних порід різних асоціацій [1, 2, 6, 7].

З геолого-структурного погляду інтрузії ультрабазитів розташовані в північно-західній частині Середньопридніпровського мегаблока Українського щита, дещо східніше від Комендантівського пегматитового поля, у північній частині П'ятихатського купола. У геологічній будові району [3–5] беруть участь утворення базавлуцької товщі аульської серії, гранітоїди дніпропетровського й токівського комплексів, дайки діабазів і габродіабазів субмеридіонального й північно-західного простягання, породи ультраосновного комплексу та пегматити. Ультраосновні породи проривають гранітоїди дніпропетровського комплексу й умовно зачислені нами до палеопротерозойских утворень.

Тіло ультрабазитів [4] строкатого складу виявлено в розрізі свердловини (св.) $3^{гк}$, яку пробурили в центрі магнітної аномалії (зверху вниз): 0,0–124,7 м – осадові відклади фанерозою; 124,7–133,7 – кора звітрювання; 133,7–151,2 – тальк-серпентинова порода; 151,2–160,6 – тремоліт-хлорит-тальковий сланець з рідкісними зернами магнетиту; 160,6–169,8 – тальк-серпентинова порода; 169,8–178,0 м – отальковане серпентиніт з рідкісними зернами магнетиту.

У штуфах ультраосновні породи (серпентин-талькові, тальк-серпентинові, серпентиніти, актинолітити, отальковані серпентиніти, тремоліт-талькові, тальк-хлоритові, тремоліт-хлоритові) – це утворення сірувато-зеленого, сірувато-блідо-зеленого та брудно-зеленого кольору і сланцюватої або смугастої текстури. Під мікроскопом у них визначено мікролепідогранобластову, ґратчасту, сплутано-паралельно-перехресно-волокнисту структури і такий мінеральний склад, %: хлорит – 75–90, тальк – 5–25, біотит – 0–5, магнетит – 0–2, акцесорні – рутил, циркон (тальк-хлоритові породи); серпентин – 40–45, тальк – 30–45, біотит – 0–10 (тальк-серпентинові породи); хлорит – 70–90, тремоліт – 8–15, біотит – 0–10 (тремоліт-хлоритові породи); серпентин – 85–95, карбонат – 5–10 (серпентиніти); актиноліт – 70–95, біотит – 10–20, рогова обманка – 5–7 (актинолітити).

Актиноліт наявний у вигляді великих широкотаблитчастих ясно-зелених виділень завдовжки 1,0–3,5 мм. Тремоліт представлений голчастими або видовжено-призматичними безбарвними зернами з розщепленими кінцями; індивіди формують променисті агрегати, які орієнтовані перпендикулярно або під кутом до смугастості породи. Можна припустити, що актиноліт є мінералом регіонального метаморфізму, тремоліт – пізніше утворення, пов'язане з гідротермальними процесами.

Серпентин у вигляді тонколускуватої й волокнистої маси формує мережу тонких переплетених жилок, петель і вічок, які, відповідно, виповнені лусками різних різновидів серпентину.

Тальк представлений дрібними лусками, які паралельні до волокон серпентину і беруть участь в утворенні структурного рисунка породи, або утворює плями неправильної форми та різного розміру. Тальк розвивається по хлориту й амфіболу у вигляді безладних, іноді паралельно орієнтованих дрібних лусок, подекуди у вигляді псевдоморфоз по цих мінералах.

Хлорит утворює такі ж дрібні безколірні й слабко зеленкуваті листочки, як і тальк; відрізняється від тальку в шліфах та імерсійних препаратах за негативним видовженням і низьким двозаломленням.

Карбонат наявний у тоненьких прожилках, які перерізають породу в різних напрямах. Рогова обманка в актинолітовій тканині розвинута більш-менш рівномірно, що, вірогідно, пов'язане з першочерговим її заміщенням. Магнетит утворює дрібні зерна, зібрані в ланцюжки, які паралельні до волокон серпентину.

Для ідентифікації хімічного складу ультраосновних порід (див. таблицю), розкритих св. $3^{гк}$ та іншими в межах північно-західної частини Середньопридніпровського мегаблока, та порівняння їх з еталонними кімберлітами й лампроїтами використано петрохімічні діаграми, які засвідчили високу інформативність [1, 2, 6, 7]: Al_2O_3–(Fe_2O_3+FeO)–MgO; CaO–(Fe_2O_3+FeO)–MgO; $K_ф$–(Fe_2O_3/FeO)[1]; f–A[2]; SiO_2–(Na_2O+K_2O); A–(K_2O/Na_2O); SiO_2– K_2O; K_2O–TiO_2; MgO–TiO_2; [MgO/(Fe_2O_3+FeO)]–(SiO_2/MgO); [MgO/(Fe_2O_3+FeO)]–(Al_2O_3+Na_2O+K_2O); TiO_2–[MgO/(Fe_2O_3+FeO)].

Проаналізуємо положення фігуративних точок досліджуваних ультраосновних порід на цих діаграмах (рис. 1–3).

Хімічний склад ультраосновних порід, мас. %

Компоненти	Породи										
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
SiO_2	41,67	37,95	43,00	42,20	44,54	46,01	41,28	40,43	37,84	38,84	41,38
TiO_2	0,01	1,29	0,03	0,01	0,04	–	0,01	0,05	0,05	0,16	0,17
Al_2O_3	0,62	13,99	0,57	0,32	0,94	0,68	0,24	0,40	0,78	1,51	2,01
Fe_2O_3	5,93	4,16	5,34	9,14	5,95	5,81	7,95	6,99	10,23	2,71	6,42
FeO	4,04	10,49	3,30	4,29	2,22	2,43	2,52	2,86	1,00	6,90	4,01
MnO	0,34	0,16	0,22	0,31	0,08	0,19	0,27	0,10	0,10	0,30	0,21
MgO	30,70	20,82	31,85	31,92	34,81	33,53	36,01	34,56	35,94	33,67	32,38
CaO	4,08	0,18	2,89	0,57	–	0,56	0,64	1,40	1,26	0,11	1,17
Na_2O	0,06	0,02	0,13	0,06	0,22	0,10	0,06	–	0,10	0,04	0,08
K_2O	–	1,47	0,04	–	0,04	0,10	–	0,04	–	0,05	0,17
SO_3	0,178	0,23	0,04	0,05	0,02	–	0,028	–	0,20	0,37	0,11
SO_2	–	0,32	2,36	–	0,22	–	–	–	–	1,78	0,47
P_2O_5	–	0,11	0,02	–	–	0,57	–	0,51	0,03	–	0,12
H_2O	0,36	0,41	1,13	0,32	0,90	0,30	0,51	0,34	0,28	0,03	0,46
Впп	11,54	8,15	9,24	10,04	10,39	9,84	11,04	11,35	12,36	9,46	10,64
Сума	99,75	99,43	100,16	99,23	100,37	100,12	100,56	99,03	100,11	98,93	99,78

Примітки: *1*, *2* – серпентин-талькова порода, св. $3^{гк}$ (*1* – гл. 150,2 м, *2* – гл. 150,5 м); *3*, *4* – тальк-серпентинова порода, св. $3^{гк}$ (*3* – гл. 162,6 м, *4* – гл. 163,2 м); *5* – серпентиніт, св. $3^{гк}$, гл. 165,0 м; *6*, *7* – отальковaний серпентиніт, св. $3^{гк}$ (*6* – гл. 170,0 м, *7* – гл. 172,2 м); *8* – серпентиніт, св. $3^{гк}$, гл. 175,0 м; *9* – тальк-серпентинова порода, св. $3^{гк}$, гл. 178,0 м; *10* – тремоліт-тальковий сланець, св. $102^{гк}$, гл. 140,0 м; *11* – середнє значення за десятьма аналізами.

На трикутних діаграмах (див. рис. 1, *а*, *б*) фігуративні точки ультраосновних порід розташовані поблизу тренд-поля лампроїтів, за винятком фігуративних точок 2 і 11 (*а*), які є в ділянці взаємного перекриття полів кімберлітів та лампроїтів, і точок 1 та 3 (*б*), які, відповідно, розташовані в тренді поля кімберлітів і лампроїтів, а точка 2 – на певному віддаленні від тренд-поля кімберлітів. На діаграмі $K_ф$–(Fe_2O_3/FeO) (див. рис. 1, *в*) усі фігуративні точки сконцентровані поблизу тренд-поля високобаричних ультрабазитів.

[1] $K_ф$ = (Fe_2O_3+FeO)/(Fe_2O_3+FeO + MgO).
[2] f = Fe_2O_3+FeO+MgO+TiO_2; A = Al_2O_3+CaO+Na_2O+K_2O.

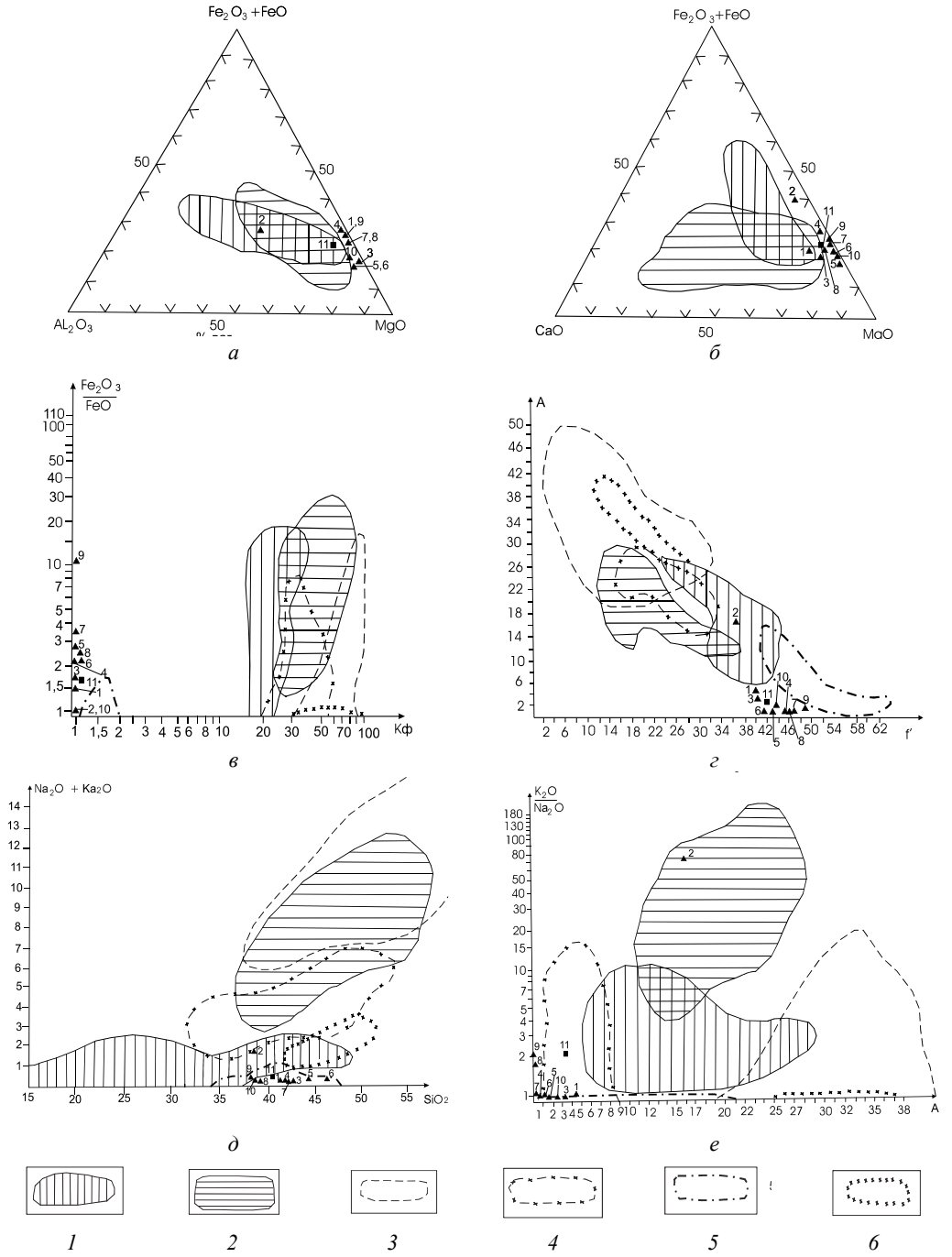

Рис. 1. Положення фігуративних точок ультраосновних порід на класифікаційних діаграмах:

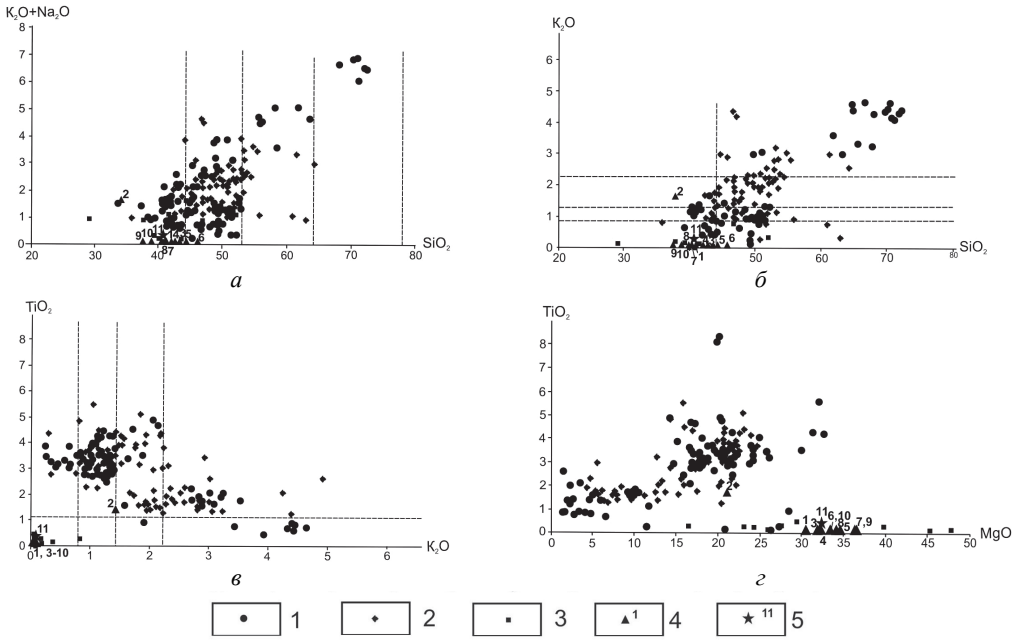

Рис. 2. Положення фігуративних точок складу ультраосновних порід Азово-Нижньодніпровського архону на бінарних петрохімічних діаграмах SiO_2–(K_2O+Na_2O) (*а*), SiO_2–K_2O (*б*), K_2O–TiO_2 (*в*), MgO–TiO_2 (*г*):

1 – кімберліти; *2* – кімберлітові брекчії; *3* – магматичні породи кімберлітової групи; *4* – ультраосновні породи та їхні номери; *5* – середнє за десятьма аналізами (див. таблицю). Штрихові лінії проведено згідно з класифікацією кімберлітів: на діаграмі SiO_2–K_2O – за вмістом K_2O (%) – 0,75 (ультраосновний тип), 0,75–1,17 (слюдистий тип), 1,17–2,20 (субламмпрофіровий тип), 2,2 (лампрофіровий тип); на діаграмі K_2O–TiO_2 – за вмістом TiO_2 (%) – <1 (ультраосновний тип), 1,0–2,5 (ультраосновно-лужний тип), >2,5 (лужно-ультраосновний тип).

На діаграмі *f–A* точки 1, 3–11 розміщені в безпосередній близькості від тренд-полів кімберлітів і тренд-поля високобаричних ультрамафітів, точка 2 потрапила в тренд-поле кімберлітів, точка 8 – високобаричних ультрамафітів (див. рис. 1, *г*). На діаграмі SiO_2–(Na_2O+K_2O) фігуративні точки 2 і 9 розташовані у тренд-полі кімберлітів, решта – у тренд-полі високобаричних ультрамафітів (див. рис. 1, *д*). На діаграмі *A*–(K_2O/Na_2O) фігуративні точки ультраосновних порід містяться у тренд-полі еклогітів або поблизу нього, крім точки 2, яка є в тренд-полі лампроїтів (див. рис 1, *е*).

На бінарних петрохімічних діаграмах (див. рис. 2) еталоном слугували породи Азово-Нижньодніпровського архону: кімберліти, кімберлітові брекчії, магматичні породи кімберлітової групи. Виявилось, що на всіх чотирьох діаграмах фігуративні точки досліджуваних ультрамафітів збігаються або розташовані поблизу точок магматичних порід кімберлітової групи.

а – Al_2O_3–(Fe_2O_3+FeO)–MgO; *б* – CaO–(Fe_2O_3+FeO)–MgO; *в* – (Fe_2O_3/FeO)–$K_ф$; *г* – *A–f*; *д* – (Na_2O+K_2O)–SiO_2; *е* – (K_2O/ Na_2O)–*A*. Тренд-поля: *1* – кімберлітів; *2* – лампроїтів; *3* – лужно-ультраосновних порід; *4* – порід, споріднених з кімберлітами; *5* – високобаричних ультрамафітів; *6* – еклогітів. Цифри біля фігуративних точок відповідають номерам у таблиці.

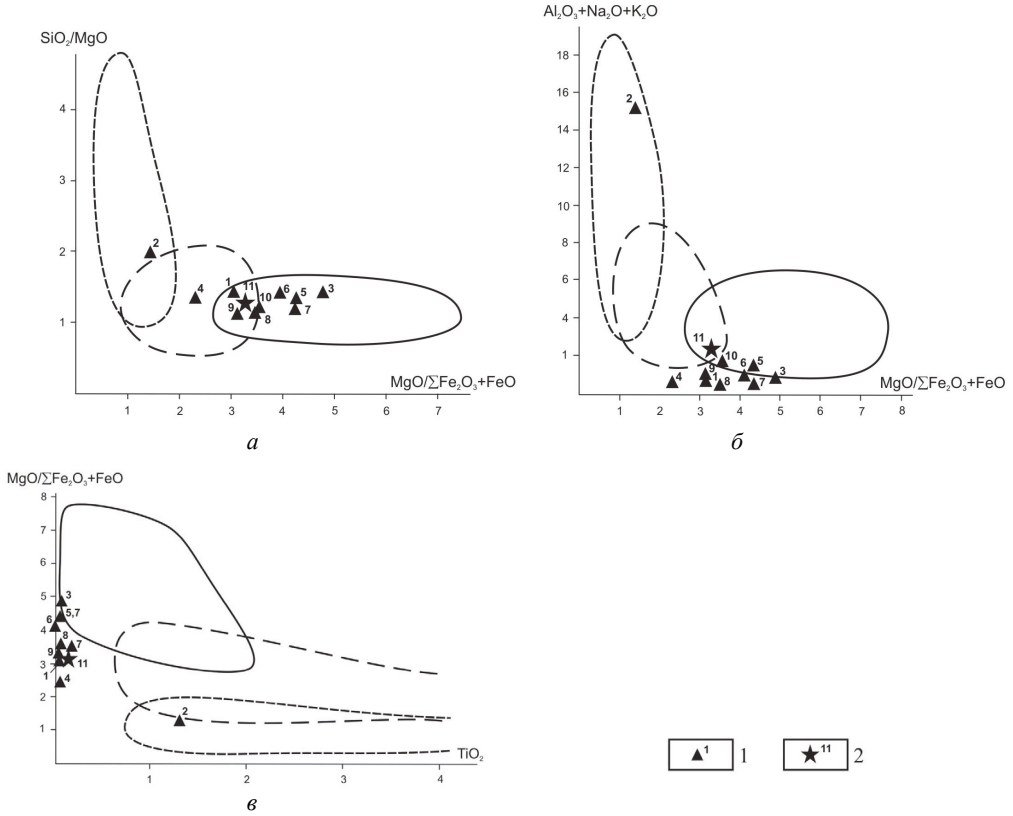

Рис. 3. Положення фігуративних точок ультраосновних порід на петрохімічних діаграмах $[MgO/(Fe_2O_3+FeO)]$–(SiO_2/MgO) (*а*), $[MgO/(Fe_2O_3+FeO)]$–$(Al_2O_3+ Na_2O+K_2O)$ (*б*) та TiO_2–$[MgO/(Fe_2O_3+FeO)]$ (*в*):

1 – ультраосновні породи та їхні номери; *2* – середнє значення за десятьма аналізами (див. таблицю); межі полів, окоутурені з використанням формаційних еталонів: суцільна лінія – поле кімберлітів; довгий штрих – поле кімпікритів; короткий штрих – поле альпікритів.

Винятком є точка 2, яка на діаграмі SiO_2–(Na_2O+K_2O) збігається з точкою кімберлітів (див. рис. 2, *а*), на діаграмах SiO_2–K_2O та K_2O–TiO дещо віддалена від кімберлітів (див. рис. 2, *б*, *в*), а на діаграмі MgO–TiO_2 збігається з точками кімберлітових брекчій.

На діаграмах, зображених на рис. 3, виділено тренд-поля кімберлітів, кімпікритів і альпікритів. На діаграмі $[MgO/(Fe_2O_3+FeO)]$–(SiO_2/MgO) фігуративні точки 3, 5–7 потрапляють у поле кімберлітів, точки 1, 8–11 – у спільне поле розвитку кімберлітів і кімпікритів. На діаграмі $[MgO/(Fe_2O_3+FeO)]$–$(Al_2O_3+ Na_2O+K_2O)$ фігуративні точки 5, 10, 11 є в полі кімберлітів, а точки 1, 3, 4, 6–9 розташовані поблизу нього. На діаграмі TiO_2–$[MgO/(Fe_2O_3+FeO)]$ всі фігуративні точки сконцентровані поблизу тренд-поля кімберлітів. Характерно, що на всіх трьох діаграмах точка 2 потрапляє в поле альпікритів.

Отже, аналіз різноманітних діагностичних петрохімічних діаграм засвідчує, що ультрабазити північно-західної частини Середньопридніпровського мегаблока Українського щита можна трактувати, головно, як кімберліти і лампроїти або близькі до них породи.

1. *Василенко В.Б., Кирьянов М.М., Кузнецова П.Г.* та ін. Петрохімічні свідчення наявності кімберлітів алмазоносних популяцій на Українському щиті // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геол. 1999. Вип. 14. С. 36–44.
2. *Гейко Ю.В., Гейко К.В.* Петрохимические методы прогнозирования проявлений кимберлитового и лампроитового магматизма // Мін. ресурси України. 1999. № 3. С. 38–40.
3. *Ісаков Л.В.* Геолого-структурні особливості формування полів гранітних пегматитів Східноукраїнської пегматитової області: Автореф. дис. ... д-ра геол. наук. Львів, 2009. 40 с.
4. *Кічурчак В.М., Пігулевський П.Г., Слободанюк С.О.* Про геологічну природу однієї з ізометричних магнітних аномалій зони стикування північної частини Середньопридніпровського геоблоку УЩ з ДДЗ // Стан, перспективи та напрямки геологорозвідувальних робіт на алмази в Україні: Матеріали наук.-техн. наради. К., 2003. С. 61–62.
5. *Свистун В.К., Пігулевський П.Г., Кічурчак В.М.* Про глибинну будову зони стикування Середньопридніпровського геоблоку УЩ із ДДЗ у зв'язку з перспективами її алмазоносності // Стан, перспективи та напрямки геологорозвідувальних робіт на алмази в Україні: Матеріали наук.-техн. наради. К., 2003. С. 65–67.
6. *Фролов А.А., Лапин А.В., Толстов А.В.* и др. Карбонатиты и кимберлиты (взаимоотношения, минерагения, прогноз). М.: НИА-Природа, 2005. 540 с.
7. *Яценко Г.М., Гурский Д.С., Сливко Е.М.* и др. Алмазоносные формации и структуры юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы. Опыт минерагении алмаза. Киев: УкрГГРИ, 2002. 331 с.

COMPOSITION AND PETROCHEMICAL PECULIARITIES OF ULTRABASIC ROCKS FROM THE NORTH-WESTERN PART OF MIDDLE-DNIPREAN MEGABLOCK (UKRAINIAN SHIELD) IN CONNECTION WITH THEIR POTENTIAL DIAMOND-BEARINGNESS

V. Kichurchak[1], L. Isakov[2], P. Pigulevskyi[1], M. Ruzina[3], I. Zhyl'tsova[3]

[1]*Geophysical Surveying Company Dniprogeophizyka*
Geophizychna St. 1, UA – 49057 Dnipropetrovs'k, Ukraine
[2]*Dnipropetrovs'k Branch of Ukrainian State Geological Research Institute*
Karouny St. 1, UA – 49081 Dnipropetrovs'k, Ukraine
[3]*National Mining University, Dnipropetrovs'k, Ukraine*

Chemical composition, petrologic features and petrochemical peculiarities of ultrabasic rocks from the north-western part of Middle-Dniprean megablock of the Ukrainian Shield have been described. Figurative points of rock's composition are plotted on different diagrams which usually are used for prognosis of kimberlitic and lamproitic magmatism. The analysis of petrochemical diagrams proved that investigated ultrabasites can be interpreted as kimberlites, lamproites and related rocks.

Key words: ultrabasic rocks, kimberlites, lamproites, petrochemical diagram, Middle-Dniprean megablock, Ukrainian Shield.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ И ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ УЛЬТРАБАЗИТОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕПРИДНЕПРОВСКОГО МЕГАБЛОКА УКРАИНСКОГО ЩИТА В СВЯЗИ С ИХ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ АЛМАЗОНОСНОСТЬЮ

В. Кичурчак[1], Л. Исаков[2], П. Пигулевский[1], М. Рузина[3], И. Жильцова[3]

[1]*ГГЭ Днепрогеофизика ГГП Укргеофизика*
49057 г. Днепропетровск, ул. Геофизическая, 1
E-mail: pigulev@ua.fm
[2]*Днепропетровское отделение УкрГГРИ*
49081 г. Днепропетровск, ул. Каруны, 1
E-mail: Isakov_l@ukr.net
[3]*Национальный горный университет, г. Днепропетровск*

Описаны вещественный состав и петрохимические особенности ультрабазитов северо-западной части Среднеприднепровского мегаблока Украинского щита. Анализ разнообразных петрохимических диаграмм, которые обычно используют при прогнозировании кимберлитового и лампроитового магматизма, показал, что исследуемые ультрабазиты в большинстве можно интерпретировать как кимберлиты и лампроиты или близкие им породы.

Ключевые слова: ультраосновные породы, кимберлиты, лампроиты, петрохимическая диаграмма, Среднеприднепровский мегаблок, Украинский щит.

Стаття надійшла до редколегії 25.08.2010
Прийнята до друку 21.10.2010